www.elettronica-plus.it

EO elettronica OGGI

VERTICAL MAGAZINE EO Medical elettronica OGGI

FIERA MILANO MEDIA

DIGIKEY.IT
Oltre 6 milioni di prodotti online
Digi-Key ELECTRONICS

TECH FOCUS
Mcu a basso consumo ed elevate prestazioni

OTTOBRE 2017 - N° 465 - € 4,50
Mensile di elettronica professionale, componenti, strumentazione e tecnologie

EUROTECH
Imagine. Build. Succeed.
25 years EUROTECH

In caso di mancato recapito inviare al CMP/CPO di Rozzano-Milano per la restituzione

DIGI-KEY VOTATA LA N.1:

Il miglior distributore per le prestazioni del sito Web

Fonte: Sondaggio di valutazione dei distributori, *Electronic Specifier*, 17 marzo 2017

Electronic Specifier

N.1 per l'utilità del sito Web

N.1 per il valore complessivo dei contenuti

N.1 per il valore delle informazioni tecniche

N.1 per il motore di ricerca prodotti

N.1 per la procedura di ordinazione

N.1 per la facilità di navigazione

N.1 per l'organizzazione del sito

N.1 per la velocità di accesso

800 786310

DIGIKEY.IT

Digi-Key® ELECTRONICS

OLTRE 6 MILIONI DI PRODOTTI ONLINE | OLTRE 650 FORNITORI LEADER DEL SETTORE | DISTRIBUTORE IN FRANCHISING AL 100%

*Un costo di spedizione pari a € 18,00 sarà aggiunto su tutti gli ordini inferiori a € 50,00. Un costo di spedizione pari a $22,00 USD sarà aggiunto su tutti gli ordini inferiori a $60,00 USD. Tutti gli ordini sono spediti tramite UPS, Federal Express o DHL per la consegna entro 1-3 giorni (in funzione della destinazione finale). Nessun costo fisso. Tutti i prezzi sono in Euro o dollari USA. Digi-Key è un distributore in franchising di tutti i partner fornitori. Nuovi prodotti aggiunti ogni giorno. Digi-Key e Digi-Key Electronics sono marchi registrati di Digi-Key Electronics negli USA e in altri paesi. © 2017 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ecia MEMBER ecsn member CEDA

NATIONAL INSTRUMENTS

DISPOSITIVI INTELLIGENTI RICHIEDONO SISTEMI DI TEST AUTOMATIZZATI PIÙ INTELLIGENTI

L'approccio tradizionale ai test automatizzati non sta portando lontano, ma questo già lo sapevi. Per testare dispositivi intelligenti ti occorre un sistema di test più intelligente, sviluppato su una piattaforma PXI, LabVIEW e TestStand di NI. Più di 35.000 aziende utilizzano le tecnologie NI per ridurre i propri costi di test. E tu cosa aspetti?

Preparati al futuro su ni.com/smarter-test

©2017 National Instruments. Tutti i diritti riservati. LabVIEW, National Instruments, NI, ni.com e NI TestStand sono marchi registrati di National Instruments. Altri nomi di prodotti o aziende citati sono marchi o nomi commerciali dei rispettivi detentori. 28859

www.erni.com/microspeedpower

MicroSpeed® Power

POWER IS ITS ELEMENT. SMALL ON SPACE, BIG ON SAFETY.

EO elettronica OGGI
N° 465
OTTOBRE 2017

SUMMARY

Copertina di **Eurotech** realizzata da Emmegi Group S.r.l.

TECH-FOCUS

La connettività è diventata un importante terreno di conquista per i microcontrollori ed è quindi chiaro che IoT ne rappresenti un campo applicativo di sicuro successo, a patto di rispettare il fondamentale requisito del consumo ultra basso

8 ADVERTISERS
10 WE SPEAK ABOUT
15 EDITORIAL

TECH INSIGHT
16 La progettazione dei sistemi di visione basati sulla visione artificiale (parte 6 - Sensor fusion) - *A cura di Xilinx*

ANALOG/MIXED SIGNAL
19 Convertitori sempre più sofisticati - *Paolo De Vittor*

POWER
22 Emissioni Emc: un problema da affrontare nelle prime fasi di progetto - *Bruce Rose*
28 Convertitori DC-DC operanti a elevate temperature: criteri di progetto - *Ann-Marie Bayliss*

TECH-FOCUS
32 Mcu a basso consumo ed elevate prestazioni - *Lucio Pellizzari*

DIGITAL
36 Il cloud ha un ruolo sempre più importante nelle applicazioni IoT - *Mark Patrick*

COMM
39 Gli elettrodomestici nell'era dell'IoT - *Jason Tollefso*
43 Lte: una tecnologia a supporto di IoT - *Will Hart, Patty Felts*

COMPONENTS
47 Proteggere i dispositivi ad alta frequenza dai danni dell'acqua con una protezione IP corretta - *Boris Su, Hank Bao*

EDA/SOFTWARE/T&M
50 Nuovo lifting per il radar, ma la fisica è sempre la stessa - *Giovanni D'Amore*
53 Ordinamento degli strati di una scheda Pcb: un aspetto importate ma spesso sottovalutato - *Christopher E. Carlson*

EO Medical
III Mercati/Attualità
V Simulazione multifisica per migliorare prestazioni e sicurezza dei dispositivi medici impiantabili - *Sarah Fields*
X Implementazione delle funzionalità di sicurezza negli apparecchi medicali connessi a IoT - *Warren Kurisu*
XIV Progetto di un sensore ottico da integrare in un braccialetto "indossabile" - *Peter Trattler*
XVIII App per la salute, il fitness e il wellness - *Lucio Pellizzari*
XXII Healthcare: una soluzione di connettività a basso consumo affidabile e sicura - *Heiner Tendyck*
XXVI News

IL MIGLIOR CONNETTORE PUSH-PULL

www.yamaichi.eu

I vantaggi del nuovo connettore circolare push-pull Y-Circ® P:

- **Più corto:** salvaspazio grazie al design innovativo
- **Più leggero:** minor peso grazie alla struttura più compatta
- **Più facile:** risparmio di tempo grazie all'assemblaggio più rapido
- **Più sicuro:** grazie alla protezione integrata contro la torsione

YAMAICHI ELECTRONICS
ENGINEERED TO CONNECT

reichelt elektronik
Technology connects.

- Oltre 45 anni di esperienza
- Spedizione in 24 ore
- Più di 85.000 prodotti

CONVERTI SUBITO E RISPARMI 3 VOLTE!

V-TAC® INNOVATIVE LED LIGHTING

1. Un acquisto sempre conveniente!
2. Riduzione dei costi energetici fino all'85 %!
3. Riduzione dei costi di manutenzione grazie alla lunga durata di vita!

LAMPADA A LED

- 9 W, 806 lm
- 2.700 K
- 20.000 h

Al pezzo solo

N° d'ordine: VT-7260

1,42 A+

Tecnologia al LED reichelt conveniente e di alta qualità!

SPOT LED

- 3 W, 210 lm
- 3.000 K
- 20.000 h

N° d'ordine: VT-7126 GU 10 A+ **0,58**

LED A FILAMENTO

- 4 W, 400 lm
- 2.700 K
- 20.000 h

N° d'ordine: VT-1885 E-27 A+ **1,64**

PROIETTORE

- 10 W, 400 lm
- 4.500 K
- 20.000 h

N° d'ordine: VT-5899 A+ **5,84**

PROIETTORE CON SENSORE

- 20 W, 1.700 lm
- 6.000 K
- 20.000 h

N° d'ordine: VT-5802 A+ **16,77**

LAMPADA DA SOFFITTO

- 36 W, 2.800 lm
- 4.500 K
- 20.000 h

N° d'ordine: VT-6200 A+ **16,77**

Tecnologia al LED per l'interno e l'esterno: scoprila subito e risparmia:
www.reichelt.it/ledsavingweeks

RISPARMIA SUBITO ▶

Prezzi del giorno! Stato dei prezzi: 14. 9. 2017 | Prezzi in € IVA di legg e escluse, spese di spedizione escluse · reichelt elektronik, Elektronikring 1, 26452 Sande (Germany) Lingue dello shop:

MODALITÀ DI PAGAMENTO INTERNAZIONALI: SOFORT BANKING · VISA · MasterCard · amazon pay · PayPal
FATE IL VOSTRO SHOPPING ONLINE!

www.reichelt.it
ASSISTENZA TELEFONICA IN INGLESE: +49 (0)4422 955-360

elettronica plus.it

EO elettronica OGGI

EO NEWS

in the next issue... 466

TECH FOCUS
Sensori Mems

MAIN TOPICS
Fondamenti dei radar a impulsi
Anche le batterie diventano virtuali
Test e collaudi più palmari e veloci
L'autoapprendimento dei robot
Le memorie iNand per il mercato automotive

NEWS/ANALYSIS http://elettronica-plus.it/news-analysis/
- Digimax apre un nuovo showroom
- Previsioni di crescita per i semiconduttori (+18%)
- Collaborazione tra Conrad e Panasonic Automotive & Industrial Systems Europe
- Advantech apre un nuovo ufficio in Svezia
- A Dubai il primo aereo-taxi senza pilota
- Industria 4.0 diventa Impresa 4.0

PRODUCTS http://elettronica-plus.it/products/
- Murata: convertitore DC-DC switching a 12V
- Parker Chomerics: composto termico ad alte prestazioni
- Rohm: chip Led bicolore ultra-compatti
- Men Mikro: nuovo Panel PC fanless per il settore ferroviario
- Toshiba: fotoaccoppiatore per il pilotaggio intelligente dei gate
- Texas Instruments semplifica l'implementazione della tecnologia Dlp Pico

DESIGN ARTICLES http://elettronica-plus.it/design-articles/
- Memorie flash per l'autenticazione sicura
- Sistemi di potenza per apparecchiature collegate al paziente
- Analog Devices: prioritizer a due ingressi per l'alimentazione di backup
- Supercondensatori, un sostituto delle batterie?
- Tecnologia FlexChannel: l'oscilloscopio diventa flessibile
- Sviluppo di Pcb: come portare efficienza con la progettazione concorrente

BLOG http://elettronica-plus.it/blog/
- Industry 4.0 blog: l'esperienza di Cisco in Italia
- Un'alleanza industriale che supera il concetto di compatibilità meccanica per offrire sistemi di potenza versatili

VERTICAL MAGAZINE
EO elettronica OGGI Lighting

TELEDYNE LECROY
Everywhereyoulook™

NOVITÀ!

10-BITS HDO9000

RISOLUZIONE VERTICALE OTTIMIZZATA PER UN'ECCEZIONALE FEDELTÀ DEL SEGNALE

Sperimenta il nuovo livello di prestazioni degli oscilloscopi ad alta definizione!

- Risoluzione ADC 10 Bit
- 1 GHz – 4 GHz, 40 GS/s
- Architettura di sistema a basso rumore
- Precisione di misura ineguagliata

Tel. 041 5997011 · teledynelecroy.com/hdo9000

ADVERTISERS

ANES 79

BETA LAYOUT 55

CODICO 29

COMSOL 14

DATA MODUL 12

DIGI-KEY ELECTRONICS II COPERTINA

DIGIMAX 67

EMERGY TECH 25

ERNI ELECTRONICS 4

EUROTECH I COPERTINA

HARWIN 51

LINEAR TECHNOLOGY IV COPERTINA

M.P.G. INSTRUMENTS 13

MENTOR GRAPHICS 27

MICROCHIP TECHNOLOGY 9

MOUSER ELECTRONICS 11

NATIONAL INSTRUMENTS 3

REICHELT ELEKTRONIK 6

TDK LAMBDA 75

TELEDYNE LECROY 7

XP POWER 60

YAMAICHI ELECTRONICS 5

Connettività Wireless per qualsiasi progetto

Connetti facilmente il tuo progetto con i Drop-in Modules e Plug and Play Development Tool di Microchip

Connettere il tuo progetto al web, cloud o altri dispositivi diventa molto più facile con il vasto portfolio di soluzioni wireless Microchip di facile utilizzo. I moduli drop-in e gli strumenti di sviluppo plug and play sono stati progettati per un facile utilizzo e rapide prototipizzazioni, e persino per un più rapido time to market. Quale leader di mercato, Microchip ha la soluzione wireless che cerchi per qualsiasi applicazione ultra-low power Wi-Fi, Bluetooth® Low Energy (BLE), ZigBee® 3.0, MiWi™ Mesh, Sigfox o long-range, low-power LoRa.

Bluetooth® WiFi® ZigBee® Control your world MiWi™ LoRa™ sigfox

microchip DIRECT www.microchipdirect.com

MICROCHIP

www.microchip.com/wireless

Il nome e logo Microchip ed il logo Microchip sono marchi industriali registrati e MiWi è un marchio industriale di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. ed altri Stati. Il nome LoRa ed il logo abbinato sono marchi industriali di Semtech Corporation o controllate. Tutti gli altri marchi industriali appartengono ai rispettivi titolari. © 2017 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati. DS70005228B. MEC2139Ita09/17

WE SPEAK ABOUT...

ABI RESEARCH	III
ALTIUM	53
AMBIQ MICRO	32
AMPHENOL SOCAPEX	55
AMS	XIV
ANALOG DEVICES	19-58-XXVI
ANRITSU	58
APPLE CAREKIT	XVIII
BPROFIT	XVIII
CADENCE DESIGN SYSTEMS	58
COMSOL	V
CUI	22
ESTERLINE CONNECTION TECHNOLOGIES-SOURIAU	58
EUROTECH	IV
FRESENIUS MEDICAL CARE	IV
FUJITSU MICROELECTRONICS EUROPER	32
GLOW	XVIII
IODINE	XVIII
KEYSIGHT TECHNOLOGIES	50
KONTRON	IV
MAXIM INTEGRATED	19-32-58
MCCOY MEDICAL TECHNOLOGIES	III
MED4FIT	XVIII
MENTOR	X
MICROCHIP TECHNOLOGY	19-32-39-55
MOUSER ELECTRONICS	36
MURATA ELETTRONICA	28-XXVI
ON SEMICONDUCTOR	32
ONE DROP	XVIII
PARK ASSOCIATES	XVIII
PARTICLE	43
STMICROELECTRONICS	19
TERARECON	III
TEXAS INSTRUMENTS	32
THK	IV
TOSHIBA ELECTRONICS EUROPE	55-XXII-XXVI
TRANSPARENCY MARKET RESEARCH	III
U-BLOX	43
WHILL KK	IV
WL GORE & ASSOCIATES	47
XILINX	16
XP POWER	XXVI

FORTE

LO STRUMENTO BOM INTELLIGENTE

Gestisci la distinta materiali in modo più intelligente

mouser.it/bomtool

Distributore autorizzato di semiconduttori e componenti elettronici per ingegneri e progettisti.

MOUSER ELECTRONICS

Mouser e Mouser Electronics sono marchi commerciali registrati di Mouser Electronics, Inc. Tutti gli altri prodotti, loghi e denominazioni di società qui citati possono essere marchi commerciali die rispettivi proprietari.

N°465 - ottobre 2017

www.elettronica-plus.it
www.tech-plus.it
www.fieramilanomedia.it

Redazione

Antonio Greco • Direttore Responsabile
Filippo Fossati • Coordinamento Editoriale Area Elettronica
filippo.fossati@fieramilanomedia.it • tel: 02 49976506
Paola Bellini • Coordinamento di Redazione
paola.bellini@fieramilanomedia.it • tel: 02 49976501
Segreteria di Redazione - eo@fieramilanomedia.it
Collaboratori • Antonella Pellegrini, Hank Bao, Ann-Marie Bayliss, Christopher E. Carlson, Giovanni D'Amore, Paolo De Vittor, Patty Felts, Sarah Fields, Aldo Garosi (disegni), Will Hart, Warren Kurisu, Mark Patrick, Lucio Pellizzari, Bruce Rose, Boris Su, Heiner Tendyck, Jason Tollefson, Peter Trattler

Pubblicità

Giuseppe De Gasperis • Sales Manager
giuseppe.degasperis@fieramilanomedia.it
tel: 02 49976527 • fax: 02 49976570-1
Nadia Zappa • Ufficio Traffico
nadia.zappa@fieramilanomedia.it • tel: 02 49976534

International Sales
U.K. – SCANDINAVIA – NETHERLAND – BELGIUM
Huson European Media
Tel +44 1932 564999 - Fax +44 1932 564998
Website: www.husonmedia.com
SWITZERLAND - IFF Media
Tel +41 52 6330884 - Fax +41 52 6330899
Website: www.iff-media.com
USA - Huson International Media
Tel +1 408 8796666 - Fax +1 408 8796669
Website: www.husonmedia.com
GERMANY - AUSTRIA - MAP Mediaagentur Adela Ploner
Tel +49 8192 9337822 - Fax +49 8192 9337829
Website: www.ploner.de
TAIWAN - Worldwide Service co. Ltd
Tel +886 4 23251784 - Fax +886 4 23252967
Website: www.acw.com.tw

Abbonamenti

N. di conto corrente postale per sottoscrizione abbonamenti:
48199749 - IBAN: IT 61 A 07601 01600 000048199749
intestato a: Fiera Milano Media SpA, Piazzale Carlo Magno 1, 20149 Milano.
Si accettano pagamenti anche con Carta Si,Visa, Mastercard, Eurocard
tel: 02 252007200 • fax: 02 49976572 • abbonamenti@fieramilanomedia.it

Abbonamento annuale: € 49,50 — Abbonamento per l'estero: € 99,00
Prezzo della rivista: € 4,50 — Arretrati: € 9,00

Grafica e fotolito **Emmegi Group** - Milano
Stampa **FAENZA GROUP** - Faenza (Ra) • Stampa

Aderente a ANES ASSOCIAZIONE NAZIONALE EDITORIA DI SETTORE — Aderente a: Confindustria Cultura Italia

Proprietario ed Editore

FIERA MILANO MEDIA

Fiera Milano Media
Gianna La Rana • Presidente
Antonio Greco • Amministratore Delegato
Sede legale • Piazzale Carlo Magno, 1 - 20149 - Milano
Sede operativa ed amministrativa
SS. del Sempione, 28 - 20017 Rho (MI)
tel. +39 02 4997.1 fax +39 02 49976573 - www.tech-plus.it

Fiera Milano Media è iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n° 11125 del 25/07/2003. Registrazione del tribunale di Milano n° 129 del 7/03/1978. Tutti i diritti di riproduzione degli articoli pubblicati sono riservati.
Manoscritti, disegni e fotografie non si restituiscono. Elettronica Oggi ha frequenza mensile.
Tiratura: 7.900 - Diffusione: 7.620

DATA MODUL

TFT DISPLAY 5“ BLANVIEW LEGGIBILE ALLA LUCE DEL SOLE

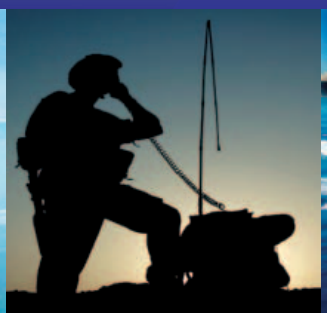
In versione Portrait per applicazioni mobili

5“ TFT COM50H5N03ULC Ortustech

- 5“ TFT COM50H5N03ULC Ortustech
- Angolo di vista 80° (u/d/l/r)
- Risoluzione HD 720x1280
- Colori brillanti e ad alto contrasto
- Consumo energetico ridotto del 40%
- Range di temperatura incrementato da -20C° to +70C°

DATA MODUL Italia S.r.l. | Viale Cooperazione, 15 | 20095 Cusano Milanino - MI- | Tel. +39 02 664 098 68 | italy@data-modul.com | www.data-modul.com

MOD INSTRUMENTS srl



RECOGNIZING THE NEED, IS THE PRIMARY CONDITION

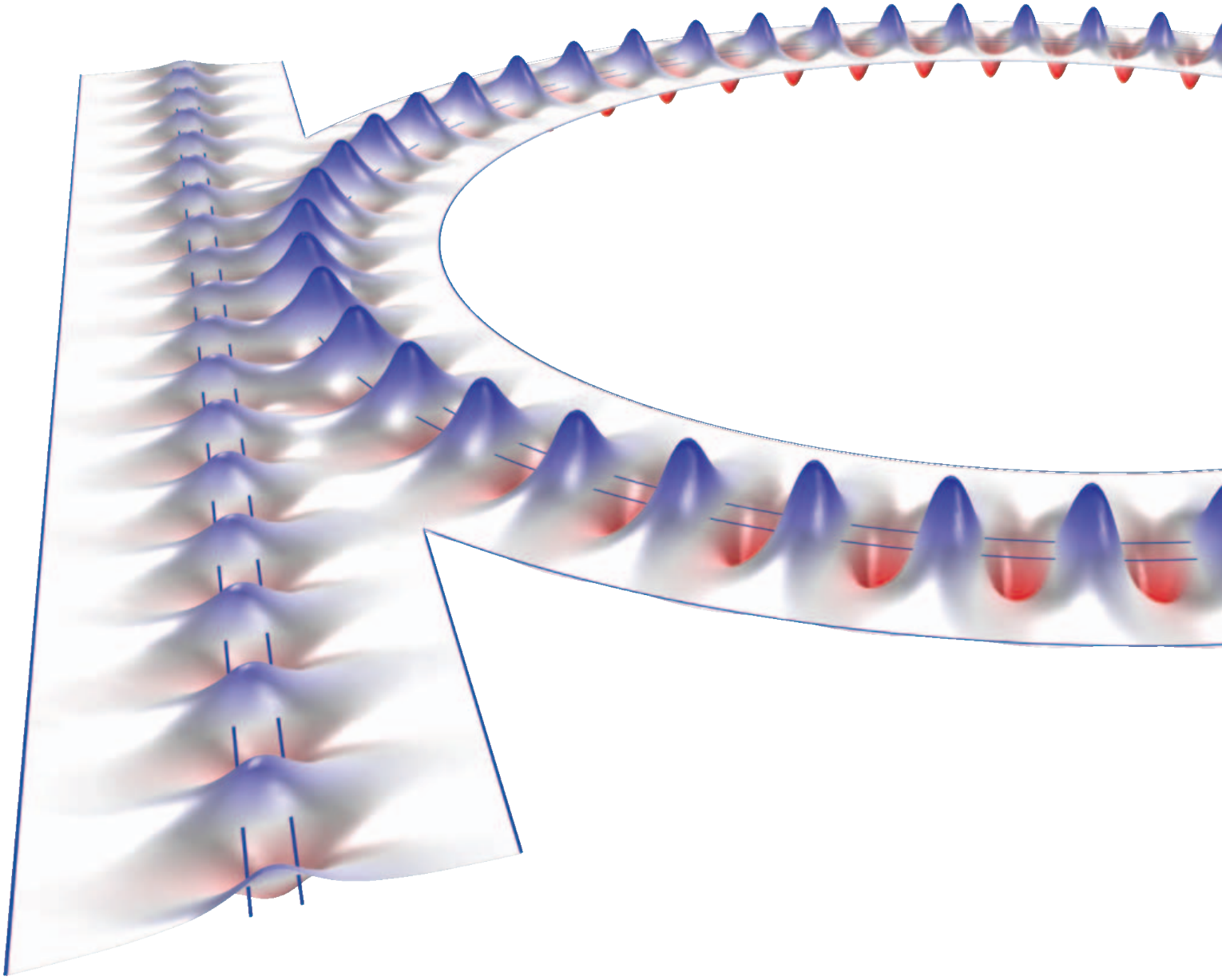
8800SX

RADIO TEST SET

COBHAM

FM - AM - DMR - dPMR - NXDN - P25

Adatto ad ogni esigenza



VERIFICA E OTTIMIZZA I TUOI PROGETTI

con COMSOL Multiphysics®

L'evoluzione degli strumenti di calcolo per la simulazione numerica di sistemi basati su fenomeni fisici ha raggiunto un grande traguardo.

Supera con facilità ogni sfida progettuale con COMSOL Multiphysics®. Sfrutta i suoi potenti strumenti di modellazione matematica e i suoi solutori per ottenere dalle simulazioni risultati fedeli e accurati.

Crea app personalizzate con l'Application Builder e condividile con colleghi e clienti in ogni parte del mondo con COMSOL Server™.

Sperimenta subito la potenza della simulazione multifisica, richiedi un Web Meeting su **comsol.it**

© Copyright 2017 COMSOL. COMSOL, the COMSOL logo, COMSOL Multiphysics, Capture the Concept, COMSOL Desktop, COMSOL Server, and LiveLink are either registered trademarks or trademarks of COMSOL AB. All other trademarks are the property of their respective owners, and COMSOL AB and its subsidiaries and products are not affiliated with, endorsed by, sponsored by, or supported by those trademark owners. For a list of such trademark owners, see www.comsol.com/trademarks.

COMSOL

EDITORIAL

Industria dei chip: la fase di consolidamento è (quasi) finita

Dopo tre anni dove sono stati spesi centinaia di miliardi di dollari in fusioni e acquisizioni, la fase di consolidamento che ha investito il mondo dei chip sembra giunta agli sgoccioli. La ragione, abbastanza semplice, è che i target appetibili rimasti sono pochi. La maggior parte delle operazioni che sono state condotte nell'ultimo periodo avevano principalmente due obiettivi: fare sinergie e ridurre i costi. In un certo senso si è trattato di mosse inevitabili, visto che negli ultimi tempi il tasso di crescita del mercato dei chip non è stato particolarmente esaltante. Per quest'anno invece, le previsioni sono decisamente più ottimistiche. Secondo gli ultimi dati forniti da Semiconductor Intelligence, il settore dovrebbe crescere quest'anno in misura pari al 18,5%, un dato più ottimistico ma sostanzialmente in linea con quelli degli ultimi forecast aggiornati di Wsts (+16,8%) e IC Insights (+16%).
Il primo risultato di queste operazioni di consolidamento, in ogni caso, è un aumento dei prezzi per i prodotti più maturi. Si tratta di un segnale incoraggiante in quanto è la prima volta dopo molti anni che i prezzi dei semiconduttori (e non solo delle memorie) salgono. Per quanto concerne le memorie, sembra sciolto il punto interrogativo riguardante il lucroso business delle memorie, flash NAND di Toshiba: la cordata composta dal fondo di private equity americano Bain Capital Apple e Dell ha vinto la gara per acquisire la divisione di microchip, offrendo 18 miliardi di dollari.
Secondo quanto ha scritto il Wall Street Journal, manca ancora un accordo finale e permangono alcuni ostacoli, anche se pare che il gruppo giapponese abbia interrotto i negoziati con le altre due cordate in corsa, una guidata da Foxconn e l'altra da Western Digital. Una notazione: il numero di produttori di memorie ha subito un vero e proprio tracollo; dai 32 produttori di Dram di qualche decennio fa si è passati ai tre costruttori "superstiti": Samsung, SK Hynix e Micron. In termini di fusioni e acquisizioni, un altro fronte "caldo" è quello relativo alle trattative tra Nxp e Qualcomm. Quest'ultima, il più grosso produttore su scala mondiale di chip per telefonia mobile, ha offerto una cifra pari a circa 38 miliardi di dollari per acquisire Nxp. Secondo gli analisti, la trattativa dovrebbe andare in porto, visto la complementarità dell'offerta delle due aziende.

Filippo Fossati

La progettazione dei sistemi basati sulla visione artificiale

Parte 6 – **La fusione efficiente dei sensori nei sistemi di visione embedded sofisticati**

La presente serie di articoli ha considerato diversi aspetti dello sviluppo di sistemi di visione embedded, inclusa la scelta dei sensori, l'interfacciamento e lo sviluppo della catena del segnale che comprende gli algoritmi di elaborazione dei segnali visivi

A cura di Xilinx

In un'applicazione di visione embedded sofisticata, come ad esempio un sistema avanzato di guida Assistita (ADAS), alcune funzionalità potrebbero dipendere dalla combinazione dei risultati provenienti da due o più sensori. Questa è la sensor fusion, e consente al sistema di acquisire informazioni che non possono essere fornite da un singolo sensore. Nel contesto dei sistemi di visione, la sensor fusion è generalmente effettuata in tempo reale, per consentire decisioni in tempo reale. L'alternativa è la fusione offline dei sensori, in cui i dati del sensore sono estratti e fusi e le decisioni vengono prese in un momento successivo. In più, in un'applicazione come un ADAS, la sensor fusion potrebbe comportare la combinazione di numerosi canali di dati fra sensori dello stesso tipo, o potrebbe richiedere la fusione di dati provenienti da diversi tipi di sensori. Un'applicazione di rilevazione degli oggetti e di monitoraggio delle distanze (Fig. 1) fornisce un buon esempio per confrontare questi approcci, omogeneo ed eterogeneo, alla fusione dei sensori. Un sistema che si basa su un singolo sensore di visione anteriore potrebbe individuare e identificare degli oggetti, ma è necessario almeno un ulteriore sensore di visione per calcolare le distanze allo scopo di individuare gli oggetti usando un algoritmo per il calcolo della parallasse. In alternativa, è possibile ottenere la combinazione delle funzioni di rilevazione, riconoscimento degli oggetti e determinazione della distanza fondendo i dati dei sensori di visione con dei RADAR o LIDAR. Altri esempi di applicazione implicano la fusione di diversi tipi di immagini che includono i raggi X, la MRI e la CT per le applicazioni medicali, o le immagini visibili e all'infrarosso nei sistemi di sicurezza.

Fig. 1 – ADAS con funzioni di visione che richiede la sensor fusion

Requisiti di elaborazione

Effettuare calcoli sui dati provenienti da più sensori di visione richiede una potenza di calcolo considerevole. Se si usano i sensori di immagini a colori, sono richieste operazioni di elaborazione di pre-fusione, come l'interpolazione del filtro di colore, la conversione nello spazio di colore, il ricampionamento e la correzione dell'immagine. L'algoritmo di fusione dei sensori deve essere eseguito, e un sistema ADAS richiede una successiva sottrazione dello sfondo, una definizione delle soglie e la rilevazione dei contorni per localizzare gli oggetti usando l'approccio più semplice, mentre alcuni sistemi potrebbero usare anche un classificatore HoG/SVM, caratterizzato da un'intensità di elaborazione più elevata. Inoltre, l'esigenza di ottenere velocità di trasmissione dei fotogrammi superiori o dimensioni maggiori delle immagini accresce ulteriormente la potenza di calcolo richiesta per pre-elaborare le immagini e per estrarre le informazioni.

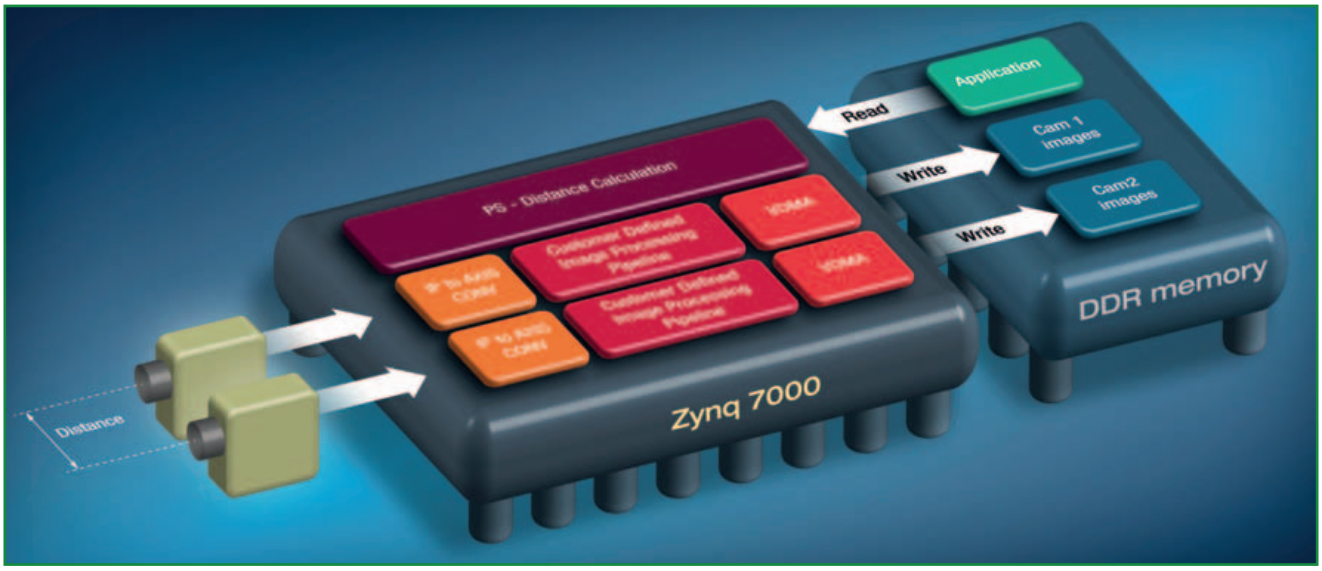


Fig. 2 – Fusione omogenea dei sensori in un FPGA Interamente Programmabile

Naturalmente, questa è a tutti gli effetti solo metà della storia: in un sistema omogeneo la stessa sequenza di elaborazione delle immagini deve essere implementata anche per il secondo sensore. Analogamente, un sistema eterogeneo deve configurare, trasferire, ricevere ed estrarre le informazioni dal relativo canale (o canali).

Il vantaggio delle architetture interamente programmabili

All'interno dei sistemi di visione embedded è comune usare FPGA interamente programmabili o SoC interamente programmabili per realizzare la sequenza di elaborazione delle immagini. Se ciò ha senso per le applicazioni di visione embedded tradizionali, il discorso è invece completamente diverso per le applicazioni di visione embedded di tipo fusion. Un'applicazione di visione embedded fa tipicamente uso di un processore per la supervisione, il controllo e la comunicazione. In un SoC interamente programmabile, quest'ultimo è un core sintetizzato su hardware, con diverse periferiche e standard di interfacce di supporto. Se viene usato un FPGA interamente programmabile, il processore può essere un soft core con periferiche e supporto personalizzato alle interfacce. Sfruttando altre funzionalità di questi processori embedded, come le interfacce SPI o I2C, è possibile connettere ulteriori sensori, come accelerometri, magnetometri, giroscopi o persino GPS. Ciò consente al software di ottenere in modo semplice e rapido le informazioni richieste da una quantità di tipi di sensori diversi, e fornisce inoltre un'architettura scalabile. Mentre la sequenza di elaborazione delle immagini richiesta per estrarre le informazioni dal sensore di immagini può essere implementata facilmente all'interno di una matrice logica programmabile, tale matrice può anche realizzare la sequenza di altri sensori eterogenei come RADAR e LIDAR, o più istanze di sequenze nel caso di un sistema omogeneo. Lo stretto accoppiamento fra la memoria del processore e la logica programmabile nei dispositivi interamente programmabili Zynq-7000 o negli MPSoC interamente programmabili Zynq UltraScale+, fa sì che il software applicativo possa accedere facilmente all'insieme dei dati così ottenuto per ulteriori elaborazioni e per la presa di decisioni. Poiché le catene separate dei sensori sono implementate in logica, esse operano in parallelo, il che è un vantaggio quando è richiesta la sincronizzazione, come accade con la visione stereoscopica. Inoltre, l'implementazione può essere accelerata usando la sintesi ad alto livello (HLS), per sviluppare l'algoritmo direttamente all'interno della matrice logica programmabile.

Un'architettura di esempio

È possibile adottare sia l'approccio omogeneo, sia quello eterogeneo all'interno di un SoC Interamente Programmabile. Mentre i tipi di sensore saranno diversi per entrambe le applicazioni, l'obiettivo finale di entrambe le architetture è di collocare due insiemi di dati all'interno della memoria DDR di sistema, massimizzando al contempo le prestazioni della matrice logica programmabile.
Considerando inizialmente l'approccio omogeneo, l'implementazione risultante è un sistema di visione stereoscopica che usa un sensore di immagini CMOS in ciascun canale. Un vantaggio importante è che è necessario sviluppare un'unica catena di sensori di immagini: lo stesso schema può essere istanziato due volte all'interno della matrice logica programmabile per entrambi i sensori di immagini. Questo consente di ottenere un risparmio significativo in termini di costi di sviluppo, anche se gli algoritmi per calcolare richiedono un'elaborazione

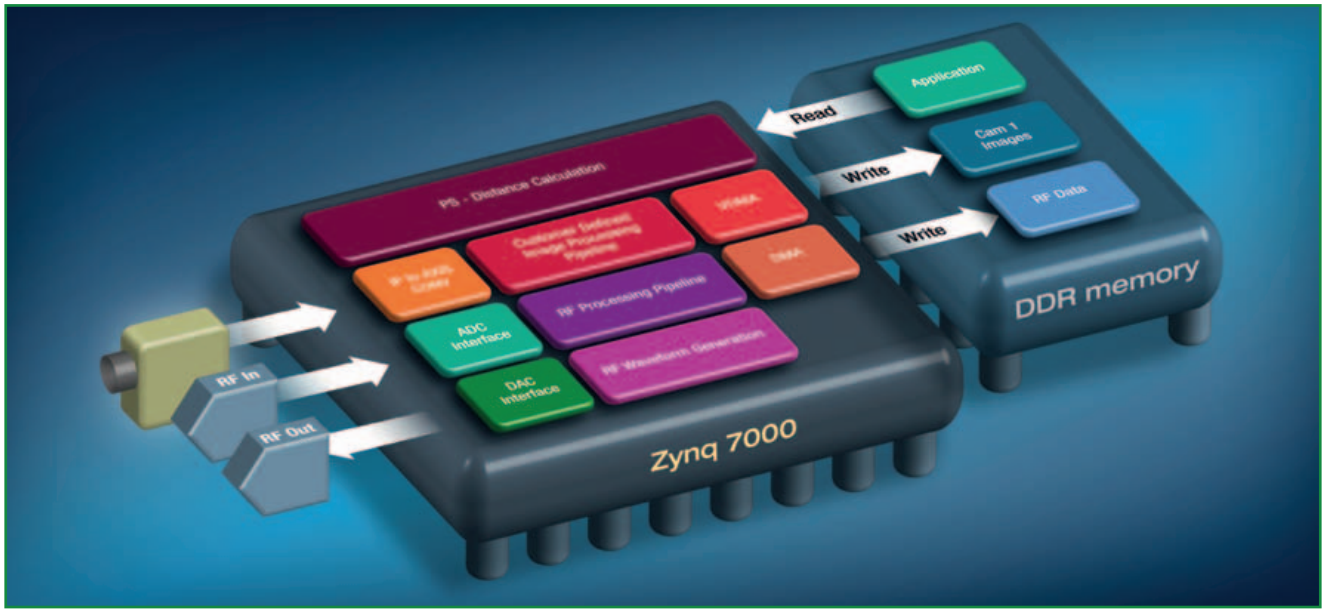


Fig. 3 – Fusione eterogenea dei sensori

intensiva. Uno dei requisiti più importanti in tale sistema è la sincronizzazione delle due catene di elaborazione delle immagini. Quando si eseguono in parallelo le catene all'interno della matrice logica programmabile, questo requisito può essere soddisfatto applicando lo stesso clock a ciascuna catena, soggetto a opportuni vincoli.
L'architettura dell'approccio omogeneo (Fig. 2) mostra le due catene di elaborazione delle immagini, che sono basate prevalentemente su blocchi IP disponibili. I dati di immagine sono catturati usando un opportuno modulo IP sensore-interfaccia e sono convertiti dal formato parallelo in flussi AXI. Ciò consente di ottenere una catena di elaborazione delle immagini facilmente estensibile, i cui risultati possono essere trasferiti nella memoria DDR del PS usando l'interconnessione AXI ad alte prestazioni combinata con video DMA.
Se si considera un'implementazione che fa uso di diversi tipi di sensori, questa potrebbe combinare l'architettura di rivelazione degli oggetti descritta in precedenza con un RADAR per effettuare la rilevazione delle distanze. Esistono due opzioni per implementare il RADAR: un approccio impulsato (Doppler) o ad onda continua. L'opzione migliore dipenderà dai requisiti dell'applicazione finale; tuttavia, entrambi seguiranno un approccio simile. L'implementazione del RADAR (Fig. 3) può essere considerata come suddivisa in due parti: la generazione del segnale che include un convertitore digitale-analogico ad alta velocità per produrre un'onda continua o un segnale impulsato, e la ricezione del segnale usando un convertitore analogico-digitale ad alta velocità per catturare il segnale ricevuto a onda continua o impulsato. Qualora occorra effettuare l'elaborazione dei segnali, entrambi gli approcci ricorreranno all'analisi basata su FFT implementata con la matrice logica programmabile; gli insiemi dei dati risultanti possono essere trasferiti alla memoria DDR del PS usando un DMA.
Per entrambe le implementazioni, l'algoritmo di fusione per entrambi gli insiemi di dati è effettuato con il PS usando il software. Vale la pena osservare che i progettisti spesso osservano che gli algoritmi di fusione impongono requisiti intensivi di banda di elaborazione. Un'opzione disponibile per ottenere prestazioni superiori consiste nell'utilizzare la potenza dell'ambiente di progettazione SDSoC.
SDSoC consente di trasferire senza problemi le funzioni software fra il processore e la logica programmabile di un SoC, usando Vivado HLS e un'infrastruttura per la connettività. Entrambi sono trasparenti allo sviluppatore software. L'uso dell'HLS per sviluppare le catene di elaborazione sia nell'implementazione omogenea, sia in quella eterogenea può essere ulteriormente esteso al fine di creare una piattaforma SDSoC su misura per la realizzazione prescelta per gestire le risorse logiche non impegnate, allo scopo di accelerare ulteriormente le prestazioni del sistema di visione embedded nel complesso. Poiché i mercati dei sistemi di visione embedded continuano a crescere, e i sensori di rilevazione delle immagini e altri tipi di sensore diventano più prontamente disponibili e convenienti, i progettisti di sistemi necessitano di metodologie di fusione sempre più veloci ed efficienti. Gli FPGA e i SoC interamente programmabili sono in grado di semplificare le catene di elaborazione multicanale, mentre i tool di sintesi di sistema e ad alto livello contribuiscono ad assicurare prestazioni superiori a livello di sistema e il completamento del progetto nei tempi prestabiliti.

Ulteriori informazioni sono reperibili all'indirizzo: *http://www.xilinx.com/products/design-tools/embedded-vision-zone.html*

Converter sempre più sofisticati

Paolo De Vittor

Accanto ai classici converter – in grado di offrire prestazioni senz'altro eccellenti – sono disponibili oggi varie tipologie di convertitori specializzati per applicazioni specifiche

Vengono chiamati "convertitori di dati" i circuiti integrati capaci di effettuare una conversione tra diverse modalità di "rappresentazione" dei dati, come ad esempio la conversione da analogico a digitale (funzione fondamentale in tutti i sistemi di acquisizione dati), e da digitale ad analogico, utilizzati ad esempio nelle schede audio dei pc, nei lettori di file multimediali, nei generatori di segnali.
Vi sono però altre categorie di dispositivi che rientrano nella definizione di "convertitori di dati", come ad esempio i circuiti per la conversione frequenza-tensione e tensione-frequenza, i controller per touch-screen (come ad esempio i CDC, ovvero Capacitance to Digital Converters) nonché gli AFE, ovvero i front-end analogici. Fanno inoltre da corollario anche altre tipologie di funzioni, quali ad esempio i convertitori tensione-corrente, i front-end di tipo mixed-signal, i resolver-to-digital converter, gli RMS-to-digital e gli RMS-to-DC converter, i codec audio, i potenziometri digitali, i sensori a uscita digitale, i parametric-measurement converter e molti altri ancora. La categoria più utilizzata e diffusa è però indubbiamente quella degli ADC e dei DAC, disponibili presso molti produttori.

Convertitori specializzati

A fianco dei classici ADC e DAC di tipo "general purpose", è interessante analizzare le funzionalità offerte da alcune categorie di convertitori potremmo dire "specializzati", orientati cioè verso specifiche applicazioni e quindi progettati in modo da offrire architetture mirate. Un esempio di convertitore di tipo specializzato è rappresentato dall'ADAS1000 di **Analog Devices**, un AFE (front-end analogico multicanale, Fig. 1) per la lettura di elettrocardiogrammi (ECG) a 5 elettrodi (con la possibilità di essere estesi a 10) con misura dell'impedenza toracica, del respiro e con rilevamento del battito grazie ed un apposito algoritmo interno. Il dispositivo converte i segnali relativi ai vari biopotenziali in uscite digitali che vengono poi gestite dal processore, DSP o FPGA per essere visualizzate (Fig. 2) oppure memorizzate. Le piccole dimensioni del circuito applicativo e la ridotta potenza assorbita consentono di realizzare facilmente degli elettrocardiografi portatili alimentati a batteria. Parallelamente, comunque, grazie all'elevata risoluzione e alle elevate prestazioni offerte, l'ADAS1000 permette di essere utilizzato in apparati di diagnostica professionale. Le applicazioni comprendono impieghi negli ambiti di monitoraggio del paziente, telemetria mobile, Holter, AED, defibrillatori, monitoraggio ambulatoriale, programmatori di pacemaker, trasporto pazienti e prove da sforzo. Un prodotto di analoga cate-

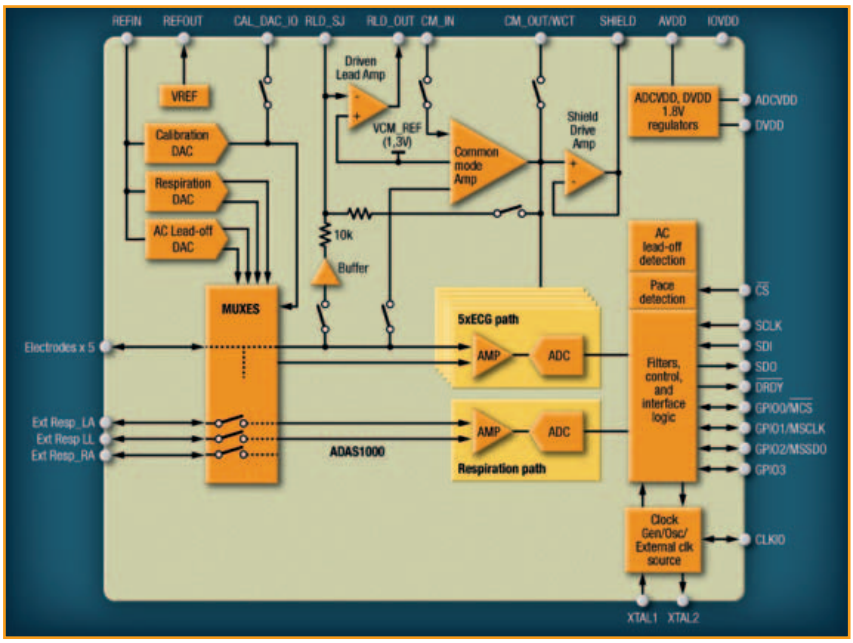


Fig. 1 – Schema funzionale interno dell'ADAS1000 di Analog Devices, un front-end analogico multicanale per elettrocardiogrammi

Fig. 2 – Tracciato di un elettrocardiogramma ottenuto con ADAS1000

goria è l'AD8232 di ADI, un front-end di monitoraggio della frequenza cardiaca (HRM). Questo front-end è in grado di estrarre, amplificare e filtrare piccoli segnali del biopotenziale anche in presenza di condizioni di rumore, come quelle create dal movimento del paziente o dal non corretto posizionamento dell'elettrodo remoto. Il chip – in grado di interfacciarsi facilmente con un ADC sigma-delta o con un microcontroller – può essere infatti configurato per fungere da filtro bipolare passa-alto per eliminare eventuali artefatti di movimento. In aggiunta, un operazionale a guadagno programmabile permette di ottenere un filtro passa-basso a tre poli per rimuovere rumore aggiuntivo, con la possibilità di scegliere il valore della frequenza di taglio per tutti i filtri, al fine di adattarsi a diversi tipi di applicazioni. Il tutto è completato da una funzione di rapida regolazione automatica e rapida dei filtri, in modo da effettuare un veloce recupero della misura in caso di collegamento-scollegamento dei cavi, utile ad esempio per ottenere misure valide subito dopo aver collegato gli elettrodi al paziente.

Converter per calibrazione e controllo

Un'operazione oggi sicuramente conveniente, affidabile ed efficiente, è la calibrazione automatica degli apparati e soprattutto della strumentazione elettronica. Gli attuali circuiti elettronici di misura, di diagnostica e di controllo integrano infatti un apposita porzione circuitale di tipo programmabile in grado di garantire al sistema una condizione di avvio nota e perfettamente prevedibile in fase di accensione, che può altresì essere utilizzata a intervalli regolari per una periodica calibrazione dei vari punti critici dell'apparato. Tipicamente, un circuito di autocalibrazione utilizza un dispositivo che interviene in fase di POR (power-on-reset), fase durante la quale provvede a caricare i valori immagazzinati in una memoria non-volatile, che vengono utilizzati per pilotare dispositivi quali D/A converter, potenziometri digitali e generatori di tensioni di riferimento programmabili, tutti specificatamente progettati per le funzioni di calibrazione. **Maxim**, ad esempio, provvede a specificare i componenti idonei a questa funzione aggiungendo una "C" alla sigla del dispositivo: ad esempio, CDPot è un potenziometro digitale per calibrazione, CDAC è un D/A converter per calibrazione, e così via. Nei sistemi di tipo industriale, un'altra funzione-chiave è quella di supervisione e controllo, che può essere svolta da componenti ad hoc basati su convertitori di dati, come è il caso ad esempio del MAX11300, un

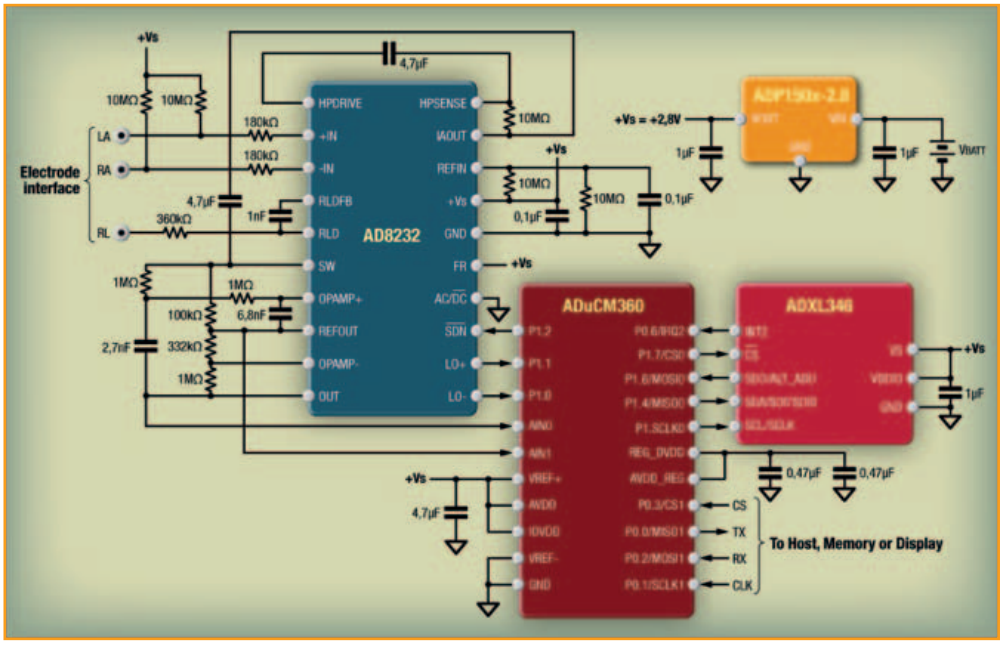


Fig. 3 – Configurazione circuitale da utilizzare con l'AD8232 per rilevare i segnali di un elettrocardiogramma

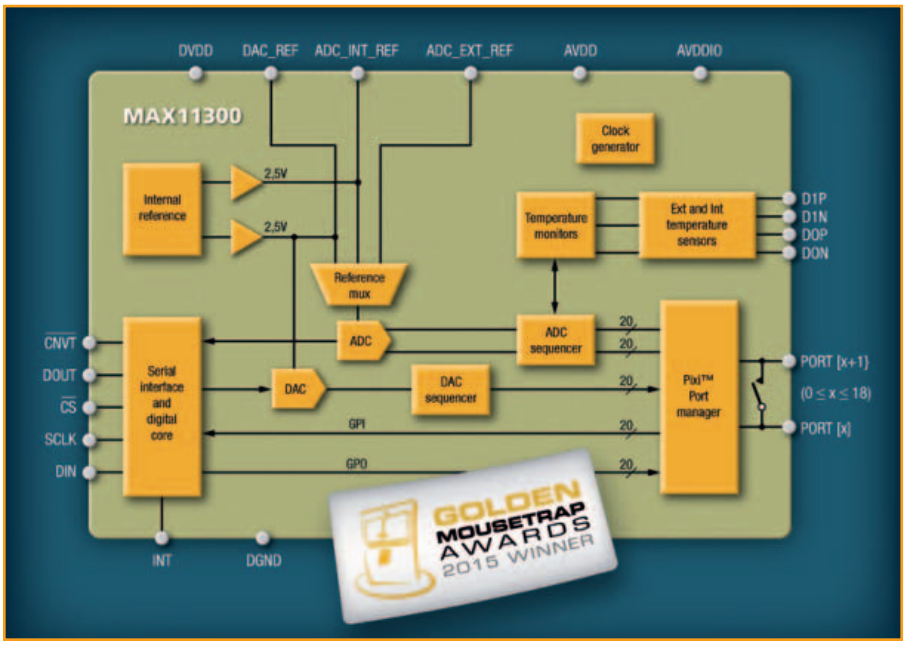


Fig. 4 – MAX11300 è un dispositivo PIXI (Programmable mIXed sIgnal input/output) che integra ADC e DAC da 12-bit con 20 port di I/O

dispositivo PIXI (Programmable mIXed sIgnal input/output da ±12V, Fig. 4) che integra ADC e DAC configurabili da 12-bit con 20 port di I/O programmabili singolarmente (con tensioni di riferimento per ogni singola linea di I/O), switch analogici da 60ohm fra i port PIXI adiacenti, sensori di temperature interni/esterni con accuratezza di ±1°C e interfaccia GPIO.
Ogni linea di I/O può essere individualmente configurata per operare con quattro range di tensione compresi fra -10V e +10V. Inoltre, ogni linea di I/O configurata come ingresso dell'ADC è in grado di effettuare la media fra 2, 4, 8, 16, 32, 64 o 128 letture successive per ridurre l'effetto di eventuali disturbi. Gli impieghi comprendono il controllo e la supervisione di sistemi complessi, il monitoraggio di tensioni di alimentazione multiple, il controllo e l'automazione industriale, il monitoraggio della polarizzazione dei dispositivi di potenza nelle stazioni ripetitrici RF, e così via.

Converter "power meters"

Vari sono i prodotti oggi disponibili per il monitoraggio della potenza elettrica assorbita o la misura della corrente nei sistemi di potenza, a catalogo di vari produttori. Fra questi, **STMicroelectronics** dispone di una famiglia di componenti progettati espressamente per questo genere di applicazioni. Ne è un esempio la serie STPM3x, una famiglia di ASSP (Application-Specificura Standard Products) in grado di eseguire misure accurate nei sistemi di potenza tramite un induttore Rogowski, un trasformatore di corrente oppure un sensore di corrente-serie (Fig. 5). Questi dispositivi monitorano istante per istante le forme d'onda di corrente e tensione e calcolano i valori RMS della potenza attiva, reattiva e apparente. Vi sono integrati due amplificatori di precisione a guadagno programmabile e quattro convertitori ADC sigma-delta del 2° ordine a 24-bit con i relativi riferimenti di tensione compensati termicamente. La sezione digitale comprende uno stadio di filtraggio digitale, un processore DSP e un'interfaccia di comunicazione seriale, il tutto completamente configurabile e facilmente calibrabile su tutto il range dinamico, con un errore inferiore allo 0.1% su di un rapporto di 5000: 1. Anche **Microchip Technology** ha a catalogo dispositivi per il monitoraggio della potenza assorbita, come ad esempio l'MCP3914, un front-end a multicanale che integra otto ADC di tipo sigma-delta, otto amplificatori PGA, un blocco di compensazione del ritardo di fase, un riferimento interno, registri di calibrazione degli errori di offset e di guadagno nonché interfaccia seriale. L'MCP3914 è completamente configurabile, con una risoluzione di 16/24-bit, un rapporto OSR di sovracampionamento da 32 a 4096, un guadagno regolabile da 1x a 32x, reset e shutdown

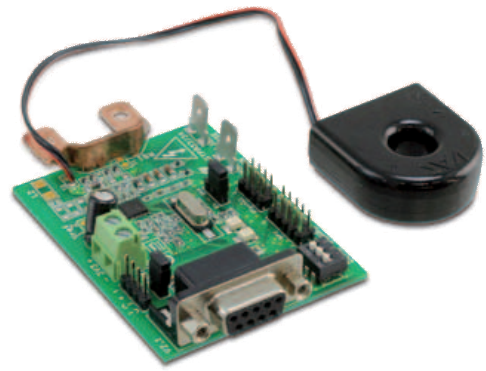


Fig. 5 – Scheda di valutazione dei chip della serie STPM3x di STMicroelectronics

indipendenti, dithering e auto-zero. Le opzioni di sicurezza comprendono la modalità di comunicazione seriale e le varie impostazioni, come il checksum CRC-16 sia sull'uscita seriale sia sulla configurazione della mappa dei registri interni, compresa la possibilità di blocco della mappa tramite chiave a 8-bit nei confronti di modifiche accidentali.

Emissioni EMC: un problema da affrontare nelle prime fasi di progetto

Bruce Rose
Applications Engineer
CUI

L'esecuzione di un collaudo di pre-conformità EMC durante le fasi di assemblaggio del sistema può contribuire a eliminare modifiche impreviste di progetto che hanno un impatto negativo su costi e tempi di sviluppo di un prodotto

La verifica della conformità di un prodotto ai requisiti relativi alle emissioni EMC (Electro Magnetic Compatibility) è un'operazione che si solito viene rimandata nella fase finale di un progetto. Lo scopo delle normative EMC è garantire che emissioni elettromagnetiche involontarie, sia condotte sia irradiate, non possano interferire con altri dispositivi elettronici. Anche se posticipare la verifica della conformità alle normative EMC alla fine del progetto è una prassi comune, è possibile evitare costi e ritardi sui tempi di realizzazione di un progetto nel caso in cui tale verifica venga eseguita nelle prime fasi del progetto stesso.

Le emissioni elettromagnetiche irradiate e condotte rappresentano l'energia a radio frequenza (RF) che viene emessa da un prodotto. I livelli di emissioni RF sono regolati in modo che non possano causare eccessivi danni ad altri prodotti elettronici. A basse frequenza (inferiori a circa 30 MHz) conduttori e cavi della maggior parte dei dispositivi elettronici sono inefficaci come antenne per cui le emissioni irradiate non rappresentano un problema. A questi livelli di bassa frequenza conduttori e cavi possono condurre energia a radiofrequenza attraverso carichi o sorgenti di potenza condivise e causare problemi con altri prodotti elettronici, mentre a frequenze più elevate (al di sopra di 30 MHz) le impedenze dei conduttori e dei cavi attenuano l'energia condotta in misura tale da impedirle di rappresentare un problema. In ogni caso, a queste frequenze più alte conduttori e cavi possono agire da antenne e irradiare l'energia a radio frequenza in grado di provocare interferenze con i prodotti elettronici

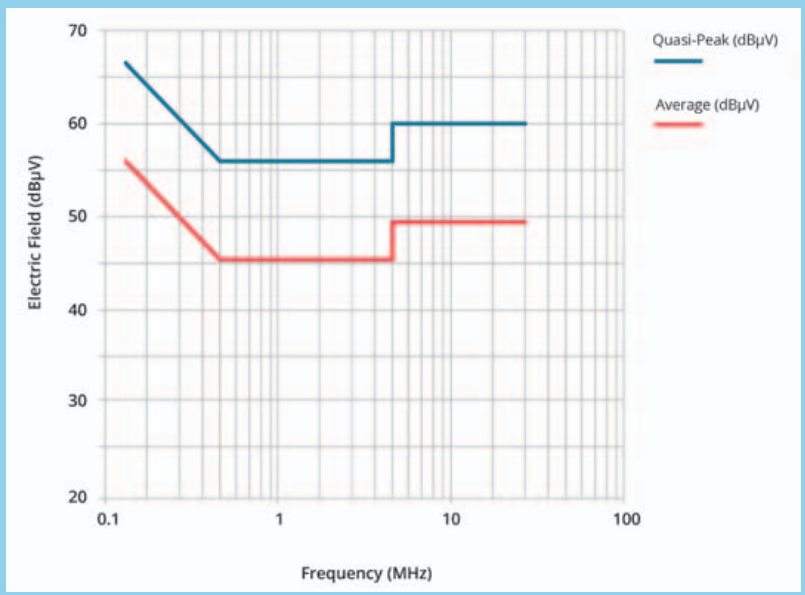
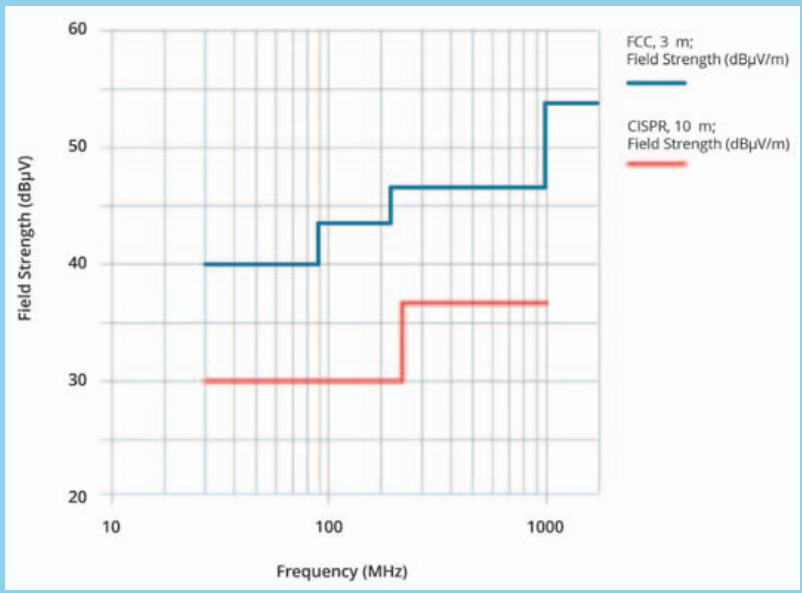


Fig. 1 – Limiti imposti per le emissioni condotte e irradiate

che si trovano nelle vicinanze. Un gran numero di prodotti destinati ai mercati consumer e industriale che sono commercializzati negli Stati Uniti deve soddisfare gli standard relativi alle emissioni condotte e irradiate contenuti nelle normative FCC (Title 47, Part 15), spesso indicate come FCC Part 15. Standard analoghi per prodotti venduti in Europa sono regolati dalle normative europee CISPR 22/EN 55022. Entrambi questi insiemi di normative definiscono i limiti per le emissioni condotte e irradiate (Fig. 1) e sono applicati al sistema finale, compreso l'alimentatore (interno o esterno). Anche se questi due insiemi di normative sono stati creati e vengono gestiti da Enti separati, sono stati concepiti in modo da risultare simili o "armonizzati". Uno dei vantaggi derivati dall'armonizzazione di queste normative è rappresentato dal fatto che se un prodotto è progettato in modo da soddisfare un insieme di normative di solito sarà garantita la conformità ai requisiti imposti dall'altro insieme di normative. Le specifiche relative alla radiazione condotta coprono le emissioni nell'intervallo di frequenza compreso tra 150 kHz e 30 MHz. Un insieme separato di specifiche relative alle emissioni irradiate copre lo spettro di frequenze superiori a 30 MHz. Gli strumenti e le procedure di collaudo sono leggermente differenti per le emissioni irradiate e condotte e i componenti di filtraggio impiegati per attenuare le problematiche EMC sono simili anche se differiscono in termini di valori elettrici. La banda di frequenza delle emissioni condotte è inferiore rispetto a quella delle emissioni irradiate per cui i componenti di filtraggio utilizzati per le emissioni condotte saranno più grandi (dal punto di vista fisico e dei valori elettrici) rispetto agli analoghi componenti usati per le emissioni irradiate.

FCC Part 15 and CISPR 22 Radiates Emissions Limits (Class B)



EMC per gli alimentatori

La maggior parte degli alimentatori montati all'interno di un'apparecchiatura è progettata e collaudata per soddisfare le normative EMC e il collaudo è eseguito con l'alimentatore configurato come se si trattasse di un prodotto a sé stante. Una volta installato l'alimentatore all'interno del sistema, quest'ultimo deve essere collaudato in modo da garantire la conformità alle normative EMC. L'integrazione di alimentatori conformi all'interno dei sistemi minimizza la possibilità che possano sorgere problemi legati alla compatibilità elettromagnetica nel corso dei collaudi, anche se non garantisce il superamento del test di emissione dell'intero sistema. Parecchi costruttori di alimentatori che devono essere ospitati all'interno delle apparecchiature consigliano alcuni circuiti utili per risolvere le problematiche EMC durante la fase di integrazione nel sistema. Poiché i requisiti sono diversi in base alla particolare applicazione considerata, tali indicazioni sono lasciate all'indiscrezione del progettista, per cui ogni progetto integra solamente i componenti richiesti per la specifica applicazione considerata.

In maniera del tutto analoga, la maggior parte delle versioni desktop e che utilizzano prese a muro degli alimentatori esterni sono progettati e collaudati per garantire la conformità alle normative EMC come dispositivi autonomi. Se l'utilizzatore dell'alimentatore è un produttore che abbina l'alimentatore con un carico, è richiesta l'esecuzione di un collaudo teso ad assicurare che il sistema completo soddisfi le normative EMC. Poiché il circuito è alloggiato in un contenitore chiuso, l'aggiunta di componenti esterni per la risoluzione delle problematiche EMC sarà senza dubbio più complessa per queste ultime due versioni che non per le versioni montate internamente.

I collaudi di conformità alle normative EMC degli alimentatori sono eseguiti con carichi resistivi statici, ma la quasi totalità degli alimentatori è basata su topologie di regolazione a commutazione. Un regolatore a commutazione produce intrinsecamente emissioni irradiate e condotte che devono necessariamente essere attenuate nel corso della progettazione dell'alimentatore. Il carico applicato all'alimentatore può provocare ulteriori

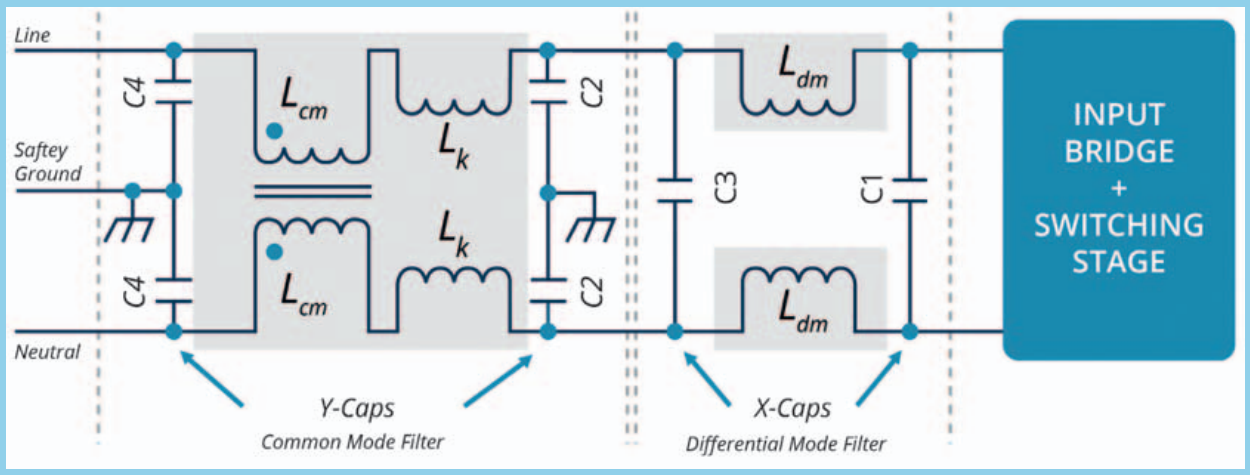


Fig. 2 – Esempio di componenti utilizzati per il filtraggio delle emissioni condotte

emissioni. L'incertezza relativa alle emissioni irradiate e condotte prodotte dalla combinazione formata dall'alimentatore e dal carico può essere affrontata prevedendo dei margini nei risultati dei test dell'alimentatore come entità autonoma per tenere in considerazioni le variazioni imputabili a un carico connesso all'alimentatore stesso.

Anticipare il collaudo: una scelta vantaggiosa

Molto spesso, il collaudo EMC viene rinviato alla fine delle attività di progetto a causa degli oneri in termini di tempi, costi e carichi di lavoro. La scarsa dimestichezza con i collaudi di conformità contribuisce a far percepire tali collaudi ancora più complessi rispetto a quanto non lo siano in realtà. Anche se le attrezzature e le strutture richieste per il collaudo della conformità EMC possono essere uniche, esistono parecchi laboratori di collaudi che dispongono di personale specializzato in grado di fornire un adeguato supporto nella fase di test.

I costi associati al collaudo di conformità possono essere molto onerosi nel caso questa operazione venga posticipata. Poiché il collaudo viene solitamente eseguito nella fase finale per ottenere la certificazione completa il costo può essere elevato ma, nel caso di una verifica (screening) preliminare, il costo è minimo. La disponibilità dei laboratori può rappresentare un problema, poiché molti di essi sono prenotati per diverse settimane. In ogni caso, l'esecuzione dei collaudi preliminari è un'operazione che non richiede molto tempo e non dovrebbe quindi essere difficile individuare laboratori in grado di effettuarli nei ritagli di tempo. Le ridotte risorse necessarie per l'esecuzione dei collaudi EMC preliminari nelle fasi iniziali del ciclo di progetto può evitare lunghi e costosi re-design nelle fasi successive dello sviluppo del prodotto.

Un'altra ragione che contribuisce al rinvio del collaudo EMC di un sistema è l'errata convinzione che l'alimentatore rappresenti la causa delle problematiche EMC e quindi il sistema passerà il collaudo se l'alimentatore ha già superato, come entità autonoma, le verifiche di conformità. In molti casi invece l'alimentatore, anche se viene indicato come il "colpevole" dell'insorgere di problematiche EMC all'interno del sistema, in realtà funge solo da "messaggero".

Anche se le problematiche EMC a livello di sistema, relative a emissioni di tipo sia condotto sia irradiato, sono affrontate alla fine del progetto, questa fase non è certamente la più adatta per introdurre ritardi e compiti non preventivati. Una strategia molto più razionale ed economica prevede l'esecuzione di collaudi di conformità EMC preliminari all'inizio del processo di assemblaggio del sistema. Nelle prime fasi del progetto le pianificazioni sono più flessibili e i team di progetto sono senza dubbio più inclini ad apportare modifiche al design stesso.

Alla fine del progetto sono state investite notevoli risorse per sviluppare un sistema in grado di soddisfare i requisiti previsti in termini di prestazioni e, nel caso insorgano problemi legati alla conformità EMC, l'alimentatore è considerato l'elemento più semplice da prendere in considerazione per risolvere tali problemi, senza influenzare altri parametri che determinano le prestazioni del sistema. Sebbene il sistema stesso sia spesso la sorgente delle emissioni RF, i cablaggi all'ingresso e all'uscita dell'alimentatore possono servire da antenna per le emissioni irradiate e da conduttori per le emissioni condotte. Spesso, per risolvere le problematiche EMC è possibile aggiungere all'alimentatore componenti per l'eliminazione del rumore, anche se un'operazione di questo tipo contribuisce ad attenuare gli effetti del problema e non affronta la causa dello stesso. Le attività di eliminazione delle problematiche legate alla compatibilità elettromagnetica che interessano l'alimentatore richiedono tempo da parte del team di progetto e possono influenzare le certificazioni di sicurezza associate all'alimentatore. Ciascuna modifica delle certificazioni di sicurezza, a sua volta, comporta un investimento in termini di tempo e di risorse da parte del costruttore di alimentatori. Nel caso l'aggiunta di componenti per la soppressione

delle emissioni irradiate e condotte non sia sufficiente per ridurre in modo adeguato le problematiche EMC, potrebbe essere necessario apportare modifiche al circuito del sistema al fine di minimizzare la generazione di segnali RF.
Nel caso di prodotti che utilizzano alimentatori interni, i componenti per l'eliminazione del rumore indesiderato per garantire la conformità EMC possono essere aggiunti sui conduttori che confluiscono nell'alimentatore oppure sui cablaggi posti tra l'uscita dell'alimentatore e l'ingresso di potenza del sistema. I condensatori di bypass e i nuclei di ferrite sono i componenti più comunemente utilizzati per la creazione di filtri atti a risolvere le problematiche EMC. I nuclei di ferrite introducono un'impedenza di natura induttiva in serie con il percorso del rumore indesiderato, mentre i condensatori di bypass rendono disponibili percorsi a bassa impedenza per deviare i segnali di rumore al fine di minimizzare la propagazione dei segnali.
Nel caso di sistemi che impiegano alimentatori esterni, l'aggiunta di componenti di soppressione del rumore sui percorsi di ingresso o di uscita dell'alimentatore per garantire la conformità EMC potrebbe essere soggetta ad alcune limitazioni. Per risolvere le problematiche legate alle emissioni irradiate, di solito si fa ricorso a un nucleo di ferrite posizionato sul cavo situato tra l'alimentatore e il sistema. Le frequenze di interesse, associate alle emissioni condotte, hanno un valore così basso da rendere praticamente impossibile in molte applicazioni l'uso di un nucleo di ferrite di dimensioni tali da adattarsi al cavo di alimentazione per risolvere le problematiche EMC. Le problematiche legate alle emissioni condotte di sistemi con alimentatori esterni spesso si possono risolvere più semplicemente cooperando con il produttore dell'alimentatore per modificare il progetto dell'alimentatore esistente oppure scegliendo un diverso alimentatore esterno che integri componenti avanzati per la soppressione delle emissioni condotte. Nella figura 2 è riportato uno schema in cui sono aggiunti componenti per il filtraggio delle emissioni condotte.

Collaudo di pre-conformità

Il collaudo finale per le emissioni condotte e irradiate deve essere effettuato in un laboratorio certificato utilizzando apparecchiature di test calibrate all'interno di un ambiente elettricamente controllato. I laboratori preposti al collaudo possono cooperare per effettuare test di pre-conformità

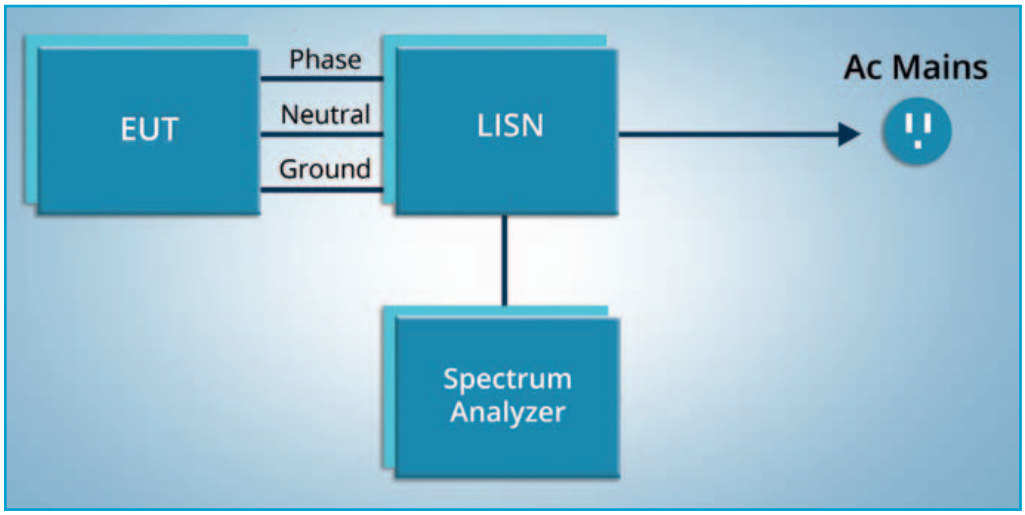


Fig. 3 – Esempio di configurazione per il collaudo delle emissioni condotte

nelle fasi iniziali del progetto. Nel caso il team di progettazione desideri effettuare per conto proprio il collaudo di pre-conformità, quest'ultimo può essere eseguito in un locale con un numero ridotto di apparecchiature di collaudo. Per il collaudo delle emissioni condotte sono necessari un LISN (Line Impedance Stabilization Network – rete di stabilizzazione dell'impedenza di linea) e un analizzatore di spettro (Fig. 3). Il LISN è una rete passiva utilizzata per minimizzare il rumore condotto proveniente da una rete di alimentazione commerciale e rendere nel contempo disponibile una porta di test a impedenza controllata per il monitoraggio delle emissioni condotte dall'apparecchiatura sottoposta a collaudo (EUT – Equipment Under Test).

L'analizzatore di spettro utilizzato per il collaudo delle emissioni condotte può essere un modello base in grado di eseguire misure nell'intervallo di frequenza comprese tra 150 kHz e 30 MHz. Molti analizzatori di spettro prevedono la possibilità di eseguire misure di quasi-picco e integrano nel display i limiti dei parametri di conformità al fine di semplificare il collaudo di conformità EMC. Il collaudo preliminare per le emissioni irradiate può essere effettuato con un analizzatore di spettro e un'antenna adeguata (Fig. 4). L'analizzatore di spettro deve essere in grado di eseguire misure nell'intervallo di frequenza compreso tra 30 e 900 MHz (min.). Anche in questo caso, la capacità dell'analizzatore di spettro di eseguire misure di quasi-picco e di visualizzare i limiti relativi ai parametri di conformità semplifica l'esecuzione del collaudo di pre-conformità. L'antenna utilizzata per il collaudo preliminare delle emissioni irradiate dovrebbe avere un'ampiezza di banda simile a quella dell'analizzatore di spettro, mentre devono essere note le sue caratteristiche di guadagno in funzione della frequenza.

Il collaudo delle emissioni irradiate dovrebbe essere eseguito in un ambiente controllato dal punto di vista elettrico e prevedendo una distanza di almeno 3 metri tra l'antenna per le emissioni irradiate e l'EUT. Una misura iniziale nel locale dove si svolge la prova con l'EUT spento fornirà informazioni relative al rumore RF ambientale presente durante la prova stessa. La maggior parte dei team che si occupano di gestione apprezzeranno sicuramente il fatto che i progetti siano completati nel rispetto dei vincoli di costo e in anticipo rispetto a tempi previsti. Sfortunatamente, i problemi di conformità EMC possono essere una causa, peraltro abbastanza comune, che contribuisce ad aumentare "all'ultimo minuto" costi e tempi di progetto. L'esecuzione di un collaudo di pre-conformità EMC durante le fasi di assemblaggio del sistema può contribuire a eliminare queste modifiche impreviste di progetto, che hanno un impatto negativo su costi e tempi di sviluppo. Il collaudo di pre-conformità EMC contribuisce inoltre ad assicurare l'assenza di problemi durante il collaudo di conformità finale. Aziende in grado di fornire servizi di assistenza completi, come ad esempio CUI, dispongono delle attrezzature e dell'esperienza necessarie per aiutare i clienti durante le fasi di selezione e di progettazione dell'alimentatore, compresi i collaudo EMC di pre-conformità e finali.

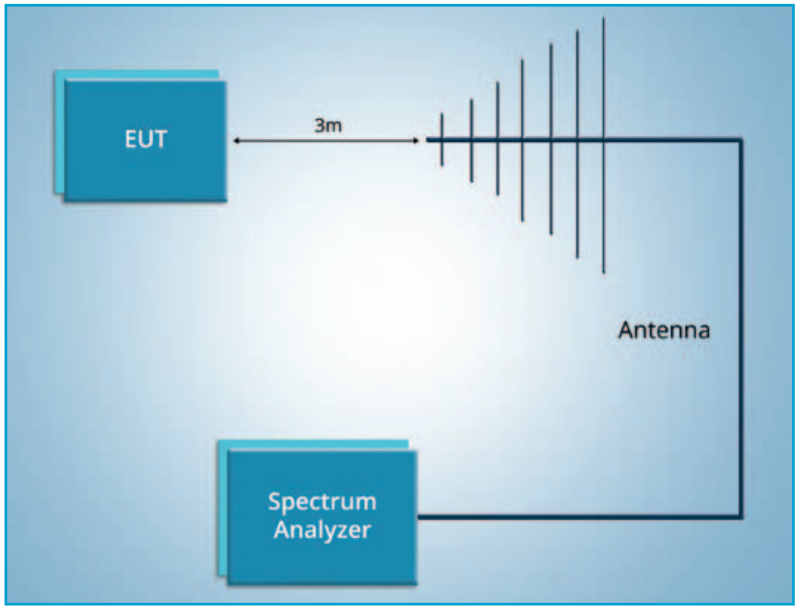


Fig. 4 – Esempio di configurazione per il collaudo delle emissioni irradiate

Endpoint IoT: pochi semplici passaggi per garantire la sicurezza degli apparati

La sicurezza nell'ambito della IoT deve partire dal basso – dai terminali. Per chi sviluppa software per gli apparati della cosiddetta Internet of Things (IoT) è fondamentale realizzare come sia necessario garantire non solo la sicurezza di tutti gli aspetti dell'apparato relativi alle comunicazioni, ma anche quella dell'apparato stesso. Chiaramente, quello della sicurezza è un tema estremamente ampio, che inizia già dalla fase di modellizzazione concettuale dell'apparato per poi abbracciare tutti gli aspetti relativi alla pianificazione, ai processi, alle attività e alla tecnologia. Questo articolo esamina alcuni elementi tecnologici chiave che si rivelano utili, se non addirittura critici, per la realizzazione di infrastrutture IoT sicure.

Mentor® A Siemens Business

Autenticazione del codice

L'autenticazione del codice (Fig. 1) si basa sull'utilizzo di una coppia di chiavi crittografiche, una pubblica e una privata. La chiave pubblica viene resa nota e messa a disposizione di chiunque. La chiave privata deve invece essere accessibile solo al rispettivo proprietario. Le chiavi di ogni coppia sono tra loro matematicamente correlate, in modo tale che qualsiasi cosa venga crittografata mediante la chiave pubblica possa essere decriptata solo utilizzando la corrispondente chiave privata, e viceversa. Questo tipo di autenticazione garantisce un elevato livello di riservatezza.

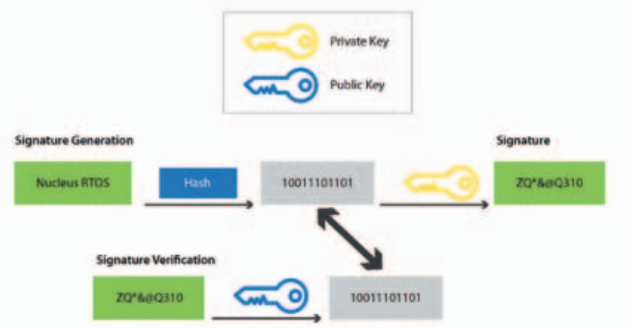


Fig. 1 – Autenticazione del codice

Secure-boot con autenticazione

L'avvio in sicurezza dell'apparato, o secure-boot, avviene (Fig. 2) mediante l'esecuzione iniziale di un primo stadio del boot loader, memorizzato all'interno di un'area protetta della memoria, in modo da non poter essere manomesso da eventuali hacker. All'interno della memoria protetta sono inoltre custodite anche la firma e la chiave crittografica del secondo stadio del boot loader. Il primo stadio del boot loader può quindi calcolare la firma del codice di secondo stadio, utilizzando le funzioni hardware di crittografia e la chiave crittografica appena menzionata. Se la firma del secondo stadio così calcolata corrisponde a quella presente nella memoria, si ha la certezza che anche il codice del secondo stadio sia integro e possa quindi essere eseguito.

La chain of trust

Il processo che garantisce l'integrità del codice inizia dunque assicurandosi che l'hardware provveda ad autenticare la ROM di boot. Successivamente, la ROM di boot autenticherà il sistema operativo (OS), e infine l'OS potrà autenticare il codice degli strati applicativi. Questa strategia consente di garantire ottimi livelli di sicurezza, che vanno anche oltre il dispositivo terminale. Consideriamo, ad esempio, le librerie di codice necessarie per la connessione al cloud, come il codice binario compilato del SDK di Microsoft Azure – che Mentor ha integrato con i sistemi operativi Nucleus® RTOS e Mentor® Embedded Linux®. Se il codice binario di tali librerie non venisse protetto, l'integrità delle funzionalità di integrazione dell'apparato con il cloud potrebbe essere messa a repentaglio.

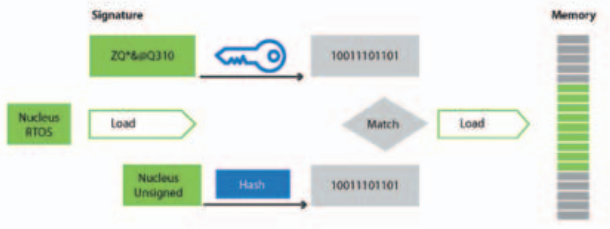


Fig. 2 – Autenticazione del secure-boot

Separazione dei processi

Gli odierni SoC a elevate prestazioni rendono disponibili avanzate funzionalità di sistema. Tuttavia, la necessità di ridurre le dimensioni, i consumi e i costi costringe gli sviluppatori ad affrontare difficili sfide per riuscire a eseguire applicazioni complesse con limitate risorse di memoria. In situazioni di questo tipo, può rivelarsi utile la separazione dei processi. La separazione dei processi, sebbene non garantisca di per sé la sicurezza, è senz'altro utile per contenere gli effetti dannosi che applicazioni non corrette potrebbero avere sui processi di altre applicazioni o addirittura del kernel. Il Process Model implementato da Nucleus® partiziona la memoria in modo da creare al suo interno delle regioni protette, il che si rivela estremamente importante in quelle situazioni caratterizzate da forti limitazioni di spazio, laddove sia richiesta una impronta di memoria minimale.

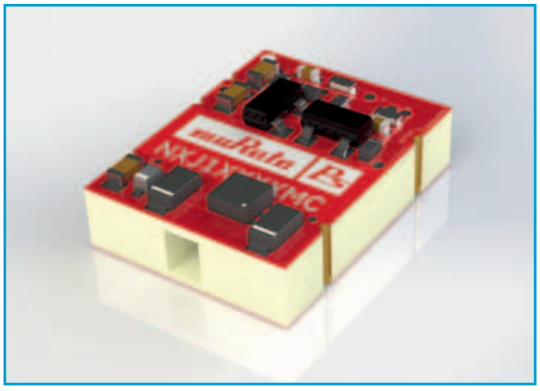
Per maggiori informazioni su Nucleus® RTOS e Mentor® Embedded Linux® consultare: www.mentor.com

Convertitori DC-DC operanti a elevate temperature: criteri di progetto

Ann-Marie Bayliss
Product marketing manager
Murata Power Solutions

Una conoscenza approfondita dei componenti utilizzati contribuisce ad aumentare affidabilità e durata operativa dei convertitori DC-DC presenti in infrastrutture dove sono concentrate numerose risorse di calcolo

Nella realizzazione di data center di grandi dimensioni, reti mobili a elevate prestazioni e altre infrastrutture nelle quali sono concentrate numerose risorse di calcolo uno dei problemi di maggiore entità è la gestione del calore dissipato. Nel caso di sistemi di dimensioni inferiori, come ad esempio le stazioni base dei cellulari, la gestione del calore dissipato prevede l'uso di ventole e complessi dissipatori di calore. I data center di grandi dimensioni devono affrontare un duplice costo: acquistare energia sotto forma di elettricità per alimentare i loro sistemi e acquistare un "surplus" di energia per smaltire il calore prodotto dalle operazioni di elaborazione. La gestione delle strategie di raffreddamento per i data center può risultare così complessa che Google ha recentemente utilizzato algoritmi di apprendimento automatico (machine learning) per uno dei suoi sistemi di raffreddamento dei data center, che ha permesso di migliorare l'efficienza in misura pari al 40%. Il problema collegato alla dissipazione del calore prodotto da sistemi elettronici tenderà sicuramente a divenire via via più complesso. Nel momento in cui le tensioni di funzionamento dei circuiti integrati sono passate dai tradizionali 5V agli 1,8V (o a valori ancora inferiori) richiesti dai core chip più veloci (come processori e FPGA) – riduzione necessaria per realizzare dispositivi caratterizzati da una maggiore densità logica e da una più elevata velocità di commutazione – il consumo di corrente è aumentato. Ciò ha comportato un incremento del riscaldamento dei circuiti integrati, oltre a un maggiore riscaldamento di natura resistiva in sistemi come appunto i convertitori DC-DC che alimentano la maggior parte di queste risorse di elaborazione.



Esempio di convertitore DC-DC che utilizza condensatori con dielettrico X7R per il funzionamento a temperatura elevate utilizzato in applicazioni automotive che richiedono un'elevata affidabilità

Per la distribuzione della potenza, i sistemi di grandi dimensioni adottano in misura sempre maggiore bus a 24 o 48 VDC, ricorrendo a convertitori DC-DC locali per fornire le tensioni di alimentazione richieste ovunque sia necessario. Al diminuire delle tensioni di funzionamento, questi convertitori devono essere in grado di gestire rapporti di riduzione (step-down) sempre maggiori, con conseguente riduzione dell'efficienza di conversione e aumento del carico termico.

Nei sistemi di dimensioni più ridotte, l'utilizzo di ventole a velocità variabile può rappresentare un metodo molto efficiente per il raffreddamento dell'elettronica presente a bordo. In ogni caso non bisogna dimenticare che le ventole generano

rumore, utilizzano cuscinetti che possono essere soggetti a fenomeni di usura e richiedono l'uso di filtri che devono essere sostituiti. I progettisti di sistemi, dal canto loro, tendono a preferire sistemi che non richiedono oneri di manutenzione e non siano soggetti a problemi legati all'affidabilità. In entrambi i casi, la possibilità di far funzionare un sistema a una temperatura più elevata può tradursi in un immediato beneficio in termini di costi diretti, grazie alla riduzione degli oneri di raffreddamento: questo è uno dei motivi per cui le aziende che gestiscono installazioni in cui coesistono un gran numero di server, impongono l'uso di processori "industrial-grade (ovvero destinati ad applicazioni industriali) che possono funzionare a temperature più elevate senza per questo compromettere l'affidabilità. Non solo i processori, ma anche l'infrastruttura di supporto, come i convertitori DC-DC, devono funzionare a temperature più elevate: ciò può rappresentare sia una sfida sia un'opportunità.

Effetti della temperatura sulle caratteristiche dei componenti

A questo punto è utile chiedersi in che modo i progettisti di apparecchiature possono stabilire con sicurezza se un convertitore DC-DC sia adatto all'uso a temperature più elevate. Una prima considerazione da fare è stabilire l'influenza che queste temperature avranno sui componenti del convertitore. Una regola empirica stabilisce che in corrispondenza di ogni riduzione di 10 °C della temperatura operativa rispetto a quella nominale massima del componente, il tasso di guasto (failure rate) nel corso della durata operativa si dimezza. Questa regola deriva dall'equazione di Arrhenius, che quantifica i tempi delle reazioni chimiche al variare della temperatura nei processi di diffusione e di migrazione che si verificano nei componenti elettronici. Questa equazione rappresenta una base affidabile per prevedere il MTTF (Mean-Time-To-Failure) in funzione agli aumenti di temperatura. Per diverse tipologie di componenti i progettisti si aspettano una diminuzione delle prestazioni (derating) quando essi si trovano ad operare a temperature superiori a 75 °C. I progettisti più esperti sono in grado di comprendere i meccanismi che influenzano i vari componenti e di scegliere quelli in grado di assicurare le migliori prestazioni nell'ambiente operativo cui sono destinati. Per esempio, esiste un'evidente correlazione tra la vita utile dei condensatori elettrolitici e le loro temperature di funzionamento, le sollecitazioni elettriche e il

CODICO®

KDS: Prova i nuovi Timing Device!

- Elevata precisione ed affidabilità con costi contenuti dei Quarzi MHz – DSX321G e DSX211G – e kHz – DST210AC
- Elevata precisione dei TCXO ±0,5ppm tra -40°C e 105°C – DSB211SP
- SPXO con Phase noise estremamente basso – DSO221SHF
- Nuovo oscillatore MEMS – MO5356/5357 – range di frequenza da 1MHz a 220MHz con stabilità ±0.1ppm

©nikkytok-Fotolia.com - Fotolia.com

KDS DAISHINKU CORP.

+39-02-36752945 | matteo.dadati@codico.com | www.codico.com/shop

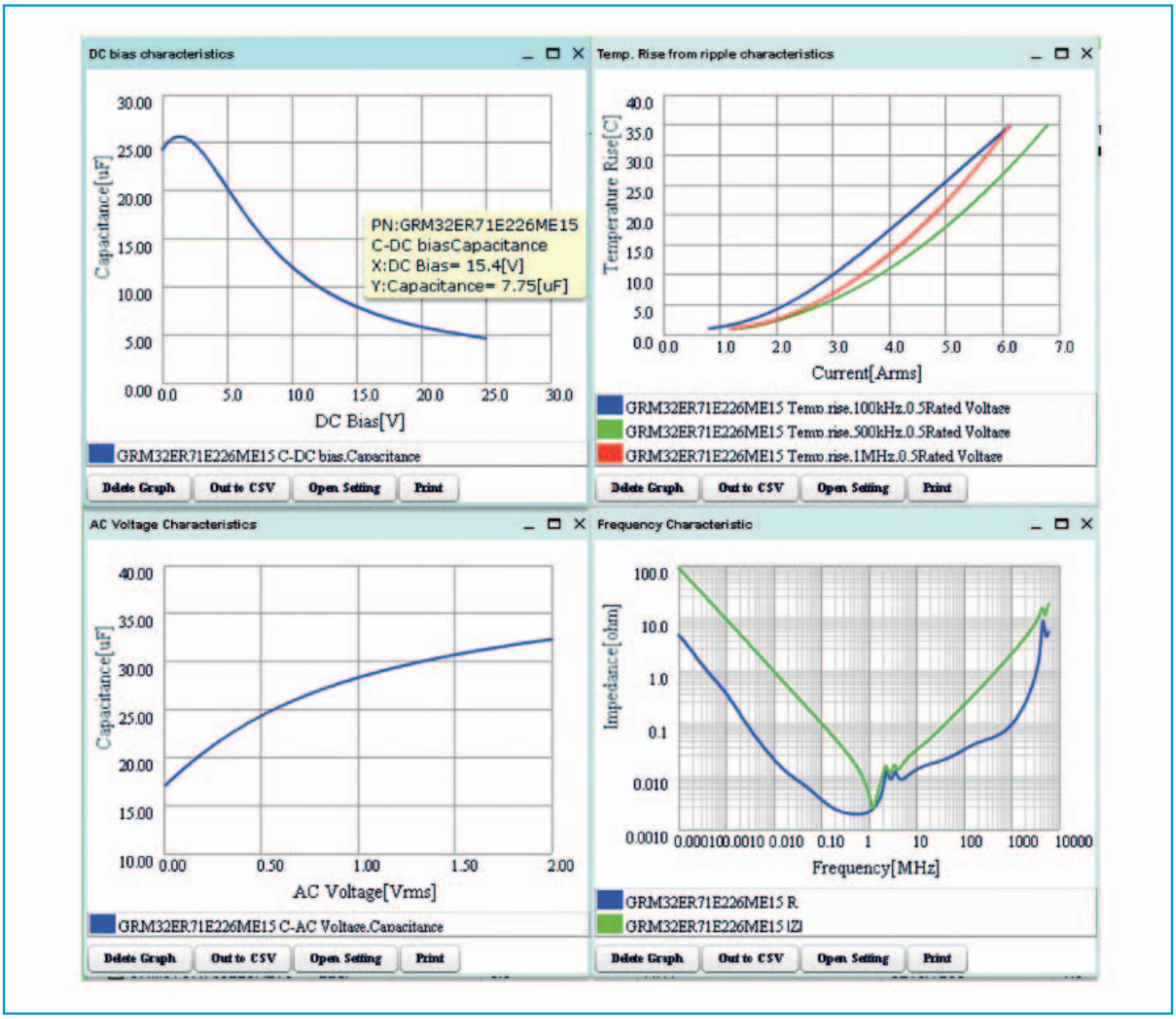


Fig. 1 – Il tool di simulazione SimSurfing permette di valutare il comportamento di condensatori ceramici e induttori in diverse condizioni operative. I grafici riportati nella figura mostrano le caratteristiche di un condensatore con capacità di 22uF e tensione nominale di 25V

tasso di diffusione elettrolitica. Questo fenomeno può essere descritto dalla seguente equazione, in base alla quale è possibile prevedere la durata del componente:

$L = Lr \times (Tmax - T)/5 \times (Vmax/V)2.5$

In cui:

- L è la durata prevista (in ore)
- Lr è la durata nominale (endurance) dichiarata dal produttore alla massima temperatura (Tmax), sempre espressa in ore
- T è la temperature di funzionamento prevista per il condensatore
- Vmax è la tensione di funzionamento (max.) del condensatore
- V è la tensione di funzionamento del circuito

Ipotizzando che un progettista faccia funzionare un componente caratterizzato da una tensione nominale di 25 VDC al 70% del valore della massima tensione nominale, un classico dispositivo per applicazioni commerciali la cui durata nominale prevista è di 2.000 ore a 85 °C dovrebbe avere una durata operativa di 50.000 ore se fatto funzionare a 50 °C. Se il progettista sostituisce un componente la cui temperatura nominale è pari a 105 °C, la durata operativa potrebbe arrivare a circa 80.000 ore. Questo esempio dimostra l'effetto che ha la scelta di un componente sulla vita operativa in servizio. In pratica, molti progettisti evitano l'utilizzo di elettroliti in alluminio, perché il loro meccanismo di usura si è dimostrato una delle principali cause di guasto degli alimentatori. L'errata manipolazione è la principale causa di guasto dei condensatori ceramici, anche se non vanno sottovalutati gli effetti dovuti a temperature eccessive e a sollecitazioni di tensione. Tali effetti sono imputabili al materiale dielettrico e diventano più significativi nel momento in cui i valori di capacità si avvicinano a quelli limite previste dalla tecnologia. I dispositivi in realtà non si guastano ma evidenziano una riduzione del valore di capacità. Per esempio il materiale X7R, spesso

utilizzato come dielettrico, è caratterizzato da una tolleranza della capacità base pari a ±15% nell'intervallo di temperature compreso tra -55 e +125 °C. La capacità di un materiale dielettrico come Y5V, invece, può subire una riduzione anche superiore all'80% a una temperatura di +85 °C. Il valore della capacità di un condensatore ceramico può anche diminuire sensibilmente in condizioni di polarizzazione in DC (DC bias) a causa delle caratteristiche intrinseche del materiale ceramico (BaTiO3) con il quale è realizzato. Considerazioni del tutto analoghe valgono anche per gli induttori di potenza, le cui prestazioni dipendono dal materiale del nucleo. Materiali differenti sono caratterizzati da perdite di diversa entità a differenti temperature, in funzione delle condizioni del circuito. In ogni caso il guasto di un induttore di potenza è un evento raro, a meno che non sia stato sovraccaricato in maniera eccessiva.

> Il problema collegato alla dissipazione del calore prodotto da sistemi elettronici tenderà sicuramente a divenire via via più complesso

Un tool per valutare il comportamento di un componente online

Murata mette a disposizione SimSurfing, un tool di simulazione basato su browser che può essere utilizzato dai progettisti per valutare gli effetti dei livelli di polarizzazione in AC e in DC, della frequenza e della temperature per una vasta gamma di condensatori e di induttori. Un'analisi di questo tipo può fornire risultati interessanti.

Osservando ad esempio il grafico riportato in figura 1, relativo alle caratteristiche di polarizzazione in continua, si può vedere che un condensatore da 22 uF con dielettrico X7R e tensione nominale di 25 VDC è caratterizzato da una capacità di soli 7,75 uF in presenza di una tensione di polarizzazione in DC di 15V. Il grafico relativo all'aumento di temperatura (Tem Rise) sempre riportato in figura 1 mostra che i condensatori che gestiscono le correnti di ondulazione (ripple) possono essere interessati da fenomeni di incrementi della temperatura interna.

I progettisti di solito tengono in considerazione le caratteristiche dipendenti dalla temperature dei dispositivi a semiconduttore usati nei loro design, calcolando le temperature di giunzione mediante modelli di resistenza termica per assicurare che tali temperature rimangano inferiore a valori compresi tra 150 e 175 °C. Le caratteristiche dei diodi Schottky, comunque, possono far sorgere un problema nel corso del progetto di un convertitore DC-DC: le perdite di questi componenti tendono infatti ad aumentare nel momento in cui cresce la temperatura. Ciò può dar luogo a una dissipazione più elevata quando sono sottoposti a una polarizzazione inversa, con conseguente guasto prematuro del componente. In modo analogo, i circuiti di retroazione dei convertitori DC-DC spesso utilizzano opto-isolatori che possono essere fonte di problemi. I rapporti di trasferimento della corrente degli opto-isolatori possono variare a causa dell'età dei componenti e dell'esposizione a temperature elevate. La variazione delle caratteristiche di questi opto-isolatori possono provocare instabilità e portare un guasto prematuro del convertitore. L'impiego, da parte dei progettisti, di MOSFET al posto dei diodi nelle configurazioni a rettificazione sincrona, può contribuire a risolvere i problemi legati all'uso dei diodi Schottky e ad aumentare l'efficienza. Qualora risulti difficoltoso evitare l'uso di un rettificatore Schottky, come ad esempio nel caso del diodo di ricircolo (freewheeling) ai capi del commutatore sincrono di un convertitore buck, è possibile reperire diodi Schottky e opto-isolatori in grado di resistere a temperature di giunzione di 150 °C. L'utilizzo di questi componenti richiede molta attenzione nella scelta degli altri componenti e nella progettazione del circuito al fine di evitare la presenza di punti caldi (hot spot) e garantire un funzionamento affidabile alle alte temperature. Come in ogni progetto, è necessario tenere in considerazione altre problematiche a livello di sistema, come ad esempio il fatto che, in base agli standard in vigore, le temperature di funzionamento massime per le tipiche schede circuitali non devono superare i 130 °C.

La scelta dei componenti

L'esigenza di far funzionare i convertitori DC-DC a temperature di esercizio più elevate in modo da supportare cluster sempre più "densi" di sistemi di elaborazione è divenuta via via più pressante. Ciò significa che i progettisti di convertitori DC-DC non possono più limitarsi a considerare le specifiche dei dispositivi che i produttori garantiscono a una temperatura di 25 °C se il loro obiettivo è realizzare prodotti in grado di operare in maniera affidabile per lungo tempo a temperature di esercizio più alte. Per realizzare convertitori in grado di soddisfare queste esigenze i progettisti devono maturare conoscenze approfondite sulle caratteristiche di ciascun componente e quindi sviluppare i loro design prendendo come riferimento il livello di efficienza giudicato più idoneo (sweet spot) all'interno dell'intervallo di temperatura di funzionamento previsto. I progettisti devono anche individuare i punti in cui dovrebbero essere misurate le temperature dei componenti ed assicurarsi che tali misure vengano effettuate all'interno di un ambiente di funzionamento rappresentativo, in cui cioè flusso e temperatura dell'aria rispecchino il più fedelmente possibile quelli delle applicazioni in cui saranno effettivamente utilizzati. Solamente dopo aver analizzato tutti questi aspetti, un progettista di convertitori DC-DC ha tutti gli elementi per realizzare un design robusto in grado di soddisfare in modo affidabile e sul lungo periodo le sempre più complesse esigenze di sistemi di elaborazione sempre più "densi".

MCU A BASSO CONSUMO ED ELEVATE PRESTAZIONI

Nelle applicazioni IoT crescono le funzionalità impegnative nelle quali i microcontrollori a 8 bit non bastano più e perciò cresce l'offerta di MCU a 16 o 32 bit progettate per garantire i ridotti consumi indispensabili per collegare in rete gli "oggetti"

Lucio Pellizzari

Com'era prevedibile, sta lentamente scendendo il prezzo dei microcontrollori a 32 bit e ciò può aumentarne la diffusione nei prodotti per IoT a scapito degli 8 bit. D'altra parte, oggi per scegliere un microcontrollore non si guarda di certo se sta al passo con la legge di Moore ma si valutano quelle caratteristiche che soddisfano la domanda applicativa del mercato, che sono l'efficienza energetica, la sicurezza dati, il costo e la disponibilità di un'ampia comunità di sviluppatori cui appoggiarsi. Inoltre, gran parte del rinnovato successo dei microcontrollori è legato al loro crescente utilizzo nei sistemi di connessione che ne moltiplicano le possibilità d'utilizzo rispetto agli usi convenzionali per il comando dei sistemi elettronici industriali, automotive o consumer. La connettività è diventata un importante terreno di conquista per i microcontrollori ed è quindi chiaro che IoT ne rappresenti un campo applicativo di sicuro successo, a patto di rispettare il fondamentale requisito del consumo ultra basso. In effetti, è per questo motivo che nelle reti IoT wireless sono finora preferite le MCU a 8 bit, ma la crescita di ulteriori requisiti come ad esempio la cybersecurity o la gestione dei Big Data ha gradualmente indotto i costruttori a utilizzare in maggior misura le architetture più sofisticate a 16 e a 32 bit. Senza contare che nelle applicazioni IoT possiamo trovare parecchie funzionalità analogiche da governare con motori di controllo interni alla MCU e auspicabilmente quasi del tutto autonomi rispetto al core principale, il che non è sempre possibile con gli 8 bit. La possibilità di eseguire istruzioni multiple e la maggior velocità di accesso alla memoria sono due vantaggi che possono spingere a preferire i 32 bit nelle reti IoT dove ci sono trasferimenti dati massicci e un utilizzo delle comunicazioni più impegnativo rispetto alle funzioni di controllo.

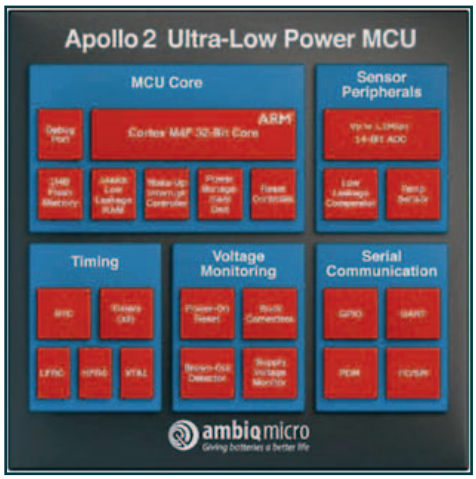


Fig. 1 – Consumano 10 µA/MHz i nuovi microcontrollori Apollo 2 della famiglia Ambiq Micro che Fujitsu propone con core ARM Cortex M4F a 32 bit in package da 2,5x2,5 o 4,5x4,5 mm per le applicazioni IoT

Core sotto soglia

Fujitsu Electronics Europe (FEEU) ha presentato sul mercato europeo la nuova Apollo 2 Platform della famiglia Ambiq Micro, descrivendo questi microcontrollori a 32 bit come ideali per le applicazioni IoT, grazie alla tecnologia Subthreshold Power Optimized Technology (SPOT) che consente di abbassare la tensione interna dei circuiti logici a 0,5V e perciò limitare i consumi a 10 µA/MHz permettendo in media di raddoppiare

la durata delle attuali batterie. Queste MCU sono disponibili dalla metà di quest'anno e integrano come dotazione di base uno stadio di conversione ADC a 15 canali con risoluzione di 14 bit e velocità di 1,2 MSps, un'interfaccia Pulse Density Modulation per l'acquisizione di segnali vocali da microfoni mono o stereo, un comparatore di tensione, un sensore di temperatura, sei interfacce I_2C/SPI master a 24 MHz, una I_2C/SPI slave sempre a 24 MHz e due Uart. Il core è ARM Cortex M4F con clock di 48 MHz al quale sono affiancate una memoria RAM di tipo ferroelettrico (FRAM) e una Flash che secondo i modelli arrivano rispettivamente fino a 256 kByte e fino a 1 MByte. Il package si può scegliere BGA a 64 pin da 4,5x4,5 mm con 50 GPIO oppure Wlcsp a 49 pin da 2,5x2,5 mm con 34 GPIO, entrambi con alimentazione ammessa da 1,8 a 3,6V.

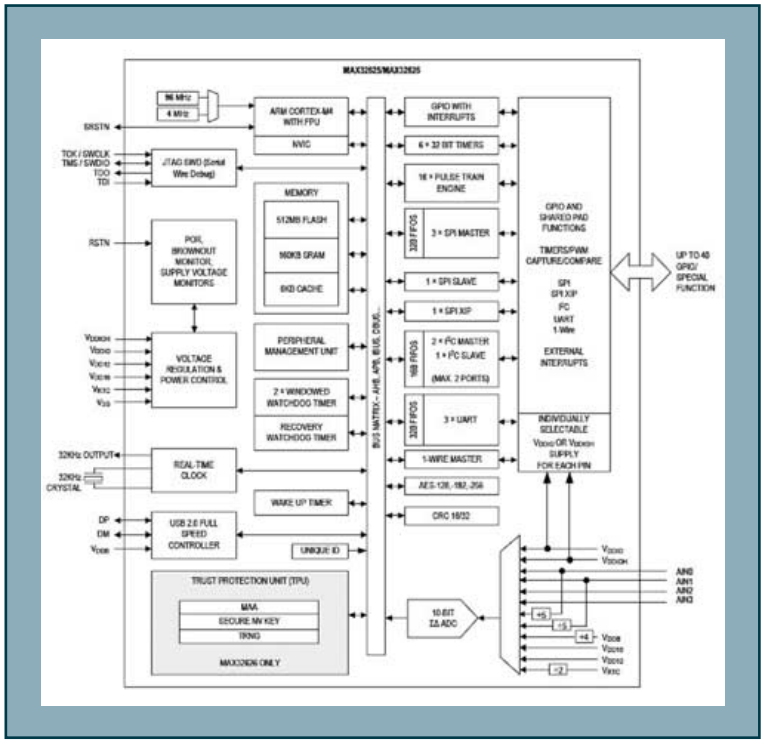


Fig. 2 – Hanno un core ARM Cortex-M4F a 32 bit i nuovi MAX32625/6 ma consumano 106 µA/MHz grazie alla Peripheral Management Unit che ottimizza la potenza in funzione dell'applicazione in esecuzione

Due oscillatori interni

Maxim propone il microcontrollore MAX32625/MAX32626 con architettura ARM Cortex-M4F a 32 bit per le applicazioni IoT a basso consumo con esigenze di elaborazione più impegnative. A bordo c'è un oscillatore da 96 MHz che sostiene il clock nelle attività a elevate prestazioni ma c'è anche un secondo oscillatore a 4 MHz per le funzioni di monitoraggio a basso consumo. Inoltre, una Peripheral Management Unit si occupa di limitare il consumo sulle periferiche attraverso sei canali di controllo ottimizzando la potenza necessaria in funzione dell'applicazione in esecuzione. Nella dotazione di base troviamo 8 kByte di memoria Cache istruzioni, 512 kByte di Flash e 160 kByte di Sram su entrambi mentre nella versione a basso costo MAX32625L ci sono 256 kByte di Flash e 128 kByte di Sram. Nel MAX32626 c'è in più uno stadio dedicato alla sicurezza e alla protezione dati che comprende una Trust Protection Unit (TPU) con le funzioni di crittografia nonché un motore hardware AES 128/192/256. L'alimentazione è di 1,2 V sul core e va da 1,8 a 3,3 V sugli I/O con un consumo di 106 µA/MHz nell'attività gestita dalla Cache che scendono a 49 µA/MHz usando la Flash mentre bastano 2,56 µW per la ritenzione dati in modalità Sleep. A bordo c'è anche un ADC Delta-Sigma con risoluzione di 10 bit e velocità di 7,8 kSps, sei timer a 32 bit e fino a 40 GPIO.

Periferiche indipendenti

Microchip Technology ha introdotto la nuova serie dei microcontrollori a 8 bit tinyAVR817/816/814/417, caratterizzandola con blocchi hardware più intelligenti definiti Core-Independent Peripherals perché in grado di eseguire mansioni autonomamente senza bisogno della CPU centrale. A questi CIP ci pensa il Peripheral Touch Controller che include un Event System per gestirne la cooperazione

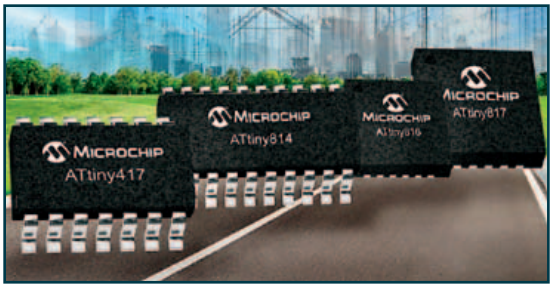


Fig. 3 – Le innovative Core-Independent Peripherals caratterizzano le nuove famiglie Microchip tinyAVR a 8 bit con 4/8 kByte di Flash e PIC24 GA7 a 16 bit con 256 kByte di Flash e 14 canali ADC

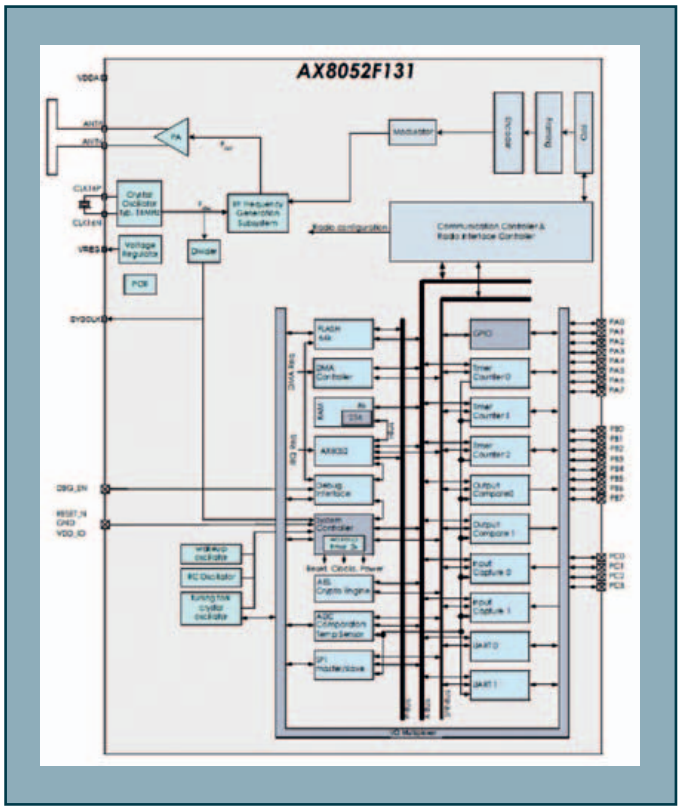


Fig. 4 – Integra una MCU 8052 da 20MIPS e un trasmettitore RF per le bande SRD da 400 a 470 MHz e da 800 a 940 MHz il nuovo AX8052F131 di ON Semiconductor a consumo ultra basso

attraverso blocchi logici configurabili. Attorno all'architettura Atmel AVR troviamo 4 o 8 kByte di memoria Flash, 256 o 512 Byte di Sram, 128 Byte di Eeprom, due timer da 16 bit e uno da 12 bit, un convertitore ADC con risoluzione di 10 bit e un DAC di 8 bit, un comparatore analogico, un oscillatore interno da 20 MHz e le interfacce I2C, RTC, Usart e SPI.

L'alimentazione è ammessa da 1,8 fino a 5,5V mentre il consumo a riposo è inferiore a 100 nA con prestazioni di 20 MHz/20MIPS. Per lo sviluppo delle applicazioni si può utilizzare l'innovativo tool online Atmel Start che offre un'interfaccia grafica intuitiva anche per i progetti embedded più impegnativi. Nuova è anche la serie PIC24 "GA7" a 16 bit con a bordo lo stesso tipo di periferiche CIP, 256 kByte di memoria Flash e 16 kByte di RAM nonché un ADC a 14 canali da 12 bit con velocità di 200 kSps. Le prestazioni indicano 16 MIPS a 32 MHz con alimentazione ammessa da 2 a 3,6V e package da 28, 44 o 48 pin e 4x4, 6x6 e 7x7 mm.

Microcontrollore RF

ON Semiconductor ha integrato insieme un microcontrollore e un trasmettitore a radiofrequenza nel nuovo AX8052F131 che definisce RF-Microcontroller Ultra-Low Power perché caratterizzato dai consumi bassissimi e dall'impostazione ottimale per i motori di comunicazione wireless. Il front-end ha 16 dBm di potenza, trasmette nelle due bande di frequenza SRD (Short Range Devices) da 400 a 470 MHz e da 800 a 940 MHz alla velocità di 350 kbps in modulazione FSK e 2000 kbps in ASK o PSK, consumando 22 mA a 10 dBm e 44 mA a 15 dBm.

La MCU a 8 bit esegue il set istruzioni standard 8052 e dispone a bordo di 64 kByte di memoria Flash, 8,25 kByte di Sram, un motore crittografico AES 128/192/256 e un convertitore ADC con risoluzione di 10 bit e velocità di 500 kSps.

Il clock può essere regolato dalla continua fino a 20 MHz con prestazioni massime di 20MIPS e consumo limitato a 150 µA/MHz a regime con tre modalità Sleep da 950 nA quando ci sono 256 Byte di ritenzione in memoria RAM, 1,9 µA con 4 kByte in RAM oppure 2,6 µA con 8 kByte in RAM. Il tutto in package Qfn40 da 7x5 mm con alimentazione da 2,2 a 3,6 V sul trasmettitore e 1,8 V sull'MCU e con tolleranza termica che va da -40 a 85 °C.

Automotive

Silicon Labs ha presentato la nuova famiglia dei robusti microcontrollori EFM8 a 8 bit con architettura C8051 e certificazione AEC-Q100, pensati per l'uso automotive nel comando delle interfacce utente e dei sistemi di controllo motore. La versione EFM8SB1 Sleepy Bee integra un controllo per sensori di contatto capacitivi da installare per sostituire i pulsanti, mentre i due EFM8BB1/BB2 Busy Bee offrono periferiche analogiche e digitali adatte al comando degli azionamenti motorizzati di bordo. Nel primo in package Qfn20 da 3x3 mm con tolleranza termica da -40 a +85 °C il clock è di 25 MHz e a bordo ci sono 8 kByte di memoria Flash, nove canali di conversione ADC con risoluzione di 12 bit e un Capacitive-to-Digital Converter a elevata risoluzione con 12 canali per il controllo di altrettanti interruttori touch. Il clock rimane a 25 MHz negli EFM8BB1 e sale a 50 MHz negli EFM8BB2, mentre in entrambi la Flash sale a 64 kByte e i canali ADC a 12 bit arrivano fino a venti. In più troviamo un DAC

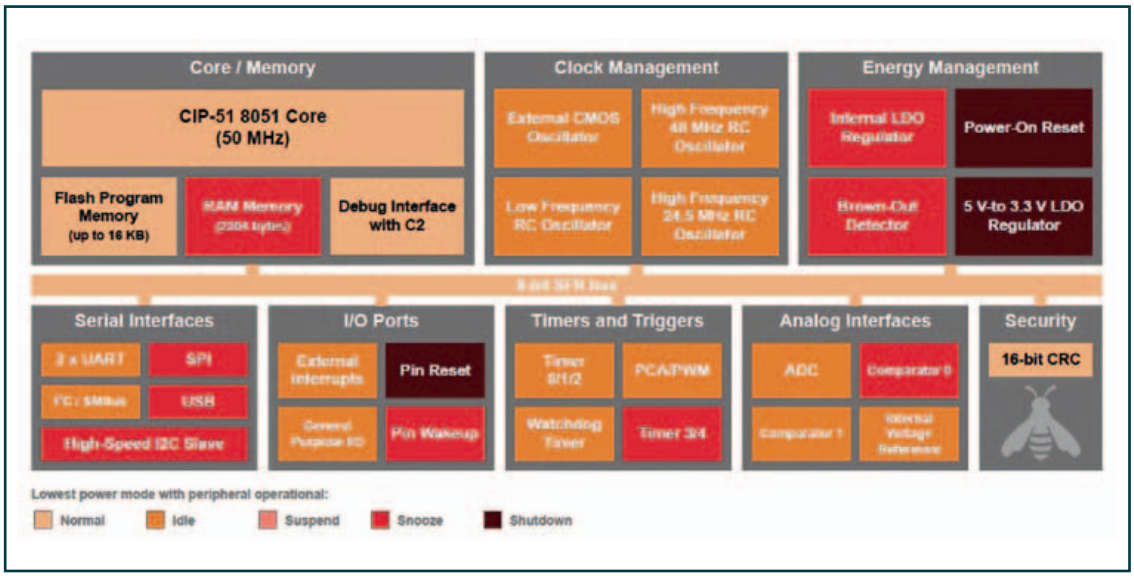


Fig. 5 – Sono certificati AEC-Q100 per applicazioni automotive le nuove famiglie di MCU Silicon Labs EFM8 Sleepy Bee e Busy Bee a 8 bit con clock di 25 o 50 MHz disponibili anche in package da 3x3 mm

a 12 bit, due comparatori analogici e fino a 22 I/O multifunzione con tensione fino a 5 V, il tutto in package Qfn che va da 3x3 fino a 7x7 mm con tolleranza termica da -40 a +125 °C. Per lo sviluppo delle applicazioni si può usare Simplicity Studio.

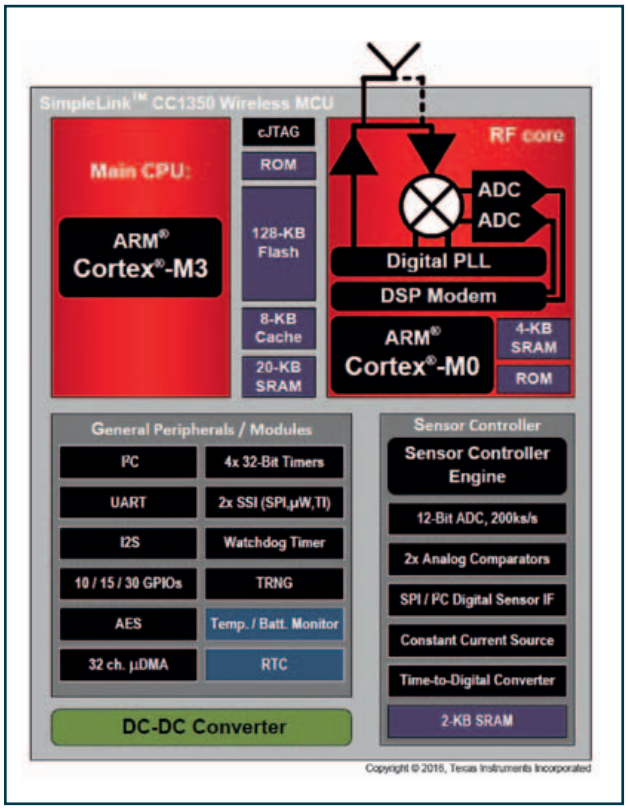


Fig. 6 – Il nuovo CC1350 di Texas Instruments unisce un front-end Sub-1 GHz con raggio d'azione di circa 20 km con un modulo Bluetooth a 2,4 GHz che consente il controllo di reti di dispositivi usando una semplice batteria a bottone

IoT su due reti

Texas Instruments ha realizzato l'MCU SimpleLink CC1350 integrandovi due front-end per soddisfare la possibilità di connettere insieme le reti Sub-1 GHz e Bluetooth Low Energy a 2,4 GHz. Con una sola batteria a bottone questa MCU dual-band può gestire una rete a lungo raggio fino a ben 20 km, insieme a più connessioni a corto raggio Bluetooth con cui, per esempio, permettere ai terminali palmari di governare terminali remoti con funzionalità applicative specifiche.

L'architettura è ARM Cortex-M3 a 16 bit con clock di 48 MHz, 128 kByte di memoria Flash programmabile In-System, 8 kByte di Sram cache e 20 kByte di Ultra-Low-Leakage Sram, mentre i punteggi EEMBC CoreMark e ULPBench sono 142 e 158. Ci sono tre opzioni di package Vqfn da 4x4, 5x5 e 7x7 mm con a bordo otto canali di conversione ADC con risoluzione di 12 bit, un modulo AES-128 e da 10 a 30 GPIO.

Il core del CC1350 consuma al massimo 2,5 mA ovvero 51 µA/MHz che scendono a 0,7 µA in standby mentre i front-end Sub-1 GHz e Bluetooth a 2,4 GHz consumano rispettivamente 5,4 mA e 6,4 mA in ricezione e 13,4 mA e 22,3 mA in trasmissione con +10 dBm e +9 dBm di potenza d'uscita. Questa è la potenza massima per BLE mentre nel front-end Sub-1 GHz arriva fino a +14 dBm con un consumo di 23,5 mA.

Il cloud ha un ruolo sempre più importante nelle applicazioni IoT

Mark Patrick
Mouser Electronics

Le piattaforme e i servizi cloud sono elementi ormai indispensabili per sfruttare al massimo le potenzialità offerte dai dispositivi Internet of Things

Nel progetto di sistemi che prevedono il collegamento a Internet of Things (IoT), il cloud sta assumendo un'importanza sempre più rilevante. Le più diffuse piattaforme dei maggiori fornitori di servizi cloud – come Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure e IBM Watson – hanno permesso di semplificare non solo il collegamento di gateway IoT, ma persino di singoli nodi alla rete IoT.

Mentre le precedenti API (come ad esempio REST) richiedevano un gateway "intelligente" per aggregare i nodi e connetterli al cloud, oggigiorno è possibile utilizzare sistemi di sviluppo IDE basati su cloud per fornire un collegamento diretto e sicuro a IoT. Ciò contribuisce ad accelerare in maniera significativa lo sviluppo e l'installazione di reti di azionamenti e di sensori sicure e ottimizzate. La sicurezza è sicuramente uno dei principali problemi di questo processo di integrazione. Microsoft, per esempio, ha aggiunto funzioni di sicurezza alla propria piattaforma Azure al fine di offrire il modello "IoT as a service" ai progettisti. Ciò contribuisce a semplificare il processo di sviluppo, in quanto gli utenti possono iniziare a utilizzare in modo semplice e in tempi brevi i servizi offerti dalla piattaforma senza possedere una conoscenza dettagliata dell'infrastruttura cloud. Per questo motivo, Azure IoT ora supporta DICE (Device Identity Composition Engine) oltre a numerosi tipi di moduli HSM (Hardware Security Module).

Fig. 1 – La scheda di valutazione ATA8520-EK1-F sviluppata da Microchip

L'importanza della sicurezza

DICE è uno dei più recenti standard promossi da TCG (Trusted Computing Group) per l'identificazione e l'autenticazione dei dispositivi. Esso consente ai costruttori di generare l'identificazione del dispositivo direttamente a livello di silicio, in modo che l'hardware preposto alla sicurezza sia parte integrante dei nuovi dispositivi fin dalla fase iniziale. I moduli HSM rappresentano la tecnologia di sicurezza chiave utilizzata per proteggere le identità dei dispositivi e fornire funzionalità avanzate, come ad esempio autenticazione del dispositivo basata sull'hardware e ZTP (Zero Touch Provisioning). La piattaforma Azure IoT integra il supporto HSM con nuovi servizi forniti dalla piattaforma, come ad esempio la gestione e l'assegnazione (provisioning) dell'hub. In questo modo, gli sviluppatori possono focalizzare la loro attenzione sull'identificazione dei rischi specifici correlati alle loro applicazioni piuttosto che alle strategie legate all'implementazione delle funzioni di sicurezza.

L'approccio minimalista dello standard DICE rappresenta un'alternativa rispetto alle più tradizionali tecnologie di sicurezza che prevedono l'uso del modulo TPM (Trusted Platform Module), le cui specifiche sono state definite sempre da TCG, che in ogni caso è supportato dalla piattaforma Azure IoT. Un'ulteriore aggiunta è rappresentata dalla funzionalità di analisi Azure Stream Analytics, che può essere implementata a partire dal cloud fino ad arrivare a livello di dispositivo. Essa utilizza la medesima gestione unificata del cloud per l'analisi dei dati in streaming (strea-

ming analytics) dei dispositivi periferici e consente alle imprese di utilizzare tale analisi in tutte quelle situazioni in cui la connessione al cloud e limitata o irregolare. Microsoft sta cercando di "traghettare" Azure verso il dominio dell'IoT grazie a un accordo con SIGFOX, azienda che ha installato un'ampia infrastruttura LPWAN (Low Power Wide Area Network) wireless. L'accesso può essere effettuato utilizzando dispositivi come la scheda di valutazione di Microchip riportata in figura 1 che assicura collegamenti wireless su lunga distanza a nodi e gateway per sensori. In questo modo, i dati provenienti dai nodi possono essere raccolti nel cloud di SIGFOX o nel cloud Azure in funzione delle esigenze dell'applicazione dell'utilizzatore. Al fine di semplificare il processo di integrazione per gli sviluppatori, Microchip ha sfruttato l'acquisizione di Atmel per poter operare con AWS e trarre vantaggio dal modello di sicurezza per i dispositivi IoT, basato sull'autenticazione reciproca utilizzato da AWS. In precedenza, gli sviluppatori di sistemi che si collegavano alla piattaforma AWS IoT dovevano intraprendere azioni specifiche per assicurare la conformità con il modello di sicurezza adottato. In primo luogo, essi dovevano pre-registrare l'autorizzazione alla sicurezza ai server AWS, al fine di stabilire un modello fidato. In secondo luogo, per ogni dispositivo IoT essi dovevano generare chiavi crittografiche uniche che erano correlate, mediante funzioni matematiche, con le autorizzazioni di sicurezza pre-registrate. Queste chiavi uniche, infine, dovevano rimanere segrete per l'intera vita del dispositivo. Nel caso di produzioni in elevati volumi, la generazione e la gestione della sicurezza di queste chiavi uniche poteva rivelarsi molto problematica lungo l'intera catena di produzione, specialmente nel caso del coinvolgimento di terze parti che prevedono differenti livelli di conformità e di affidabilità. Il kit di sviluppo AT88CKECC (Fig. 2) si propone come una soluzione in grado di soddisfare lo standard di sicurezza previsto dal modello di autenticazione reciproca di AWS, nonché di collegarsi in modo semplice con la piattaforma AWS IoT durante le fasi di valutazione e di ingegnerizzazione, prima di passare a quelle di prototipazione e pre-produzione. Ciò significa che gli sviluppatori possono semplicemente saldare il dispositivo sulla scheda e collegarlo attraverso un'interfaccia I2C al microcontrollore host, che fa girare un SDK (Software Development Kit) di AWS. Una volta completata l'esecuzione, non è più necessario caricare le chiavi uniche e i certificati richiesti per l'autenticazione durante la produzione del dispositivo in quanto AWS-ECC508 è disponibile già pre-configurato per essere riconosciuto da AWS senza bisogno di nessun altro intervento. Tutte le informazioni sono contenute in questo dispositivo crittografico di supporto di semplice installazione, che misura solamente 3 x 2 mm. Il dispositivo ECC508 è caratterizzato da un'elevata resistenza contro tentativi di manomissione di natura sia ambientale sia fisica e prevede contromisure adeguate contro tentativi di intrusione condotti da esperti. Oltre a ciò, esso dispone di un generatore di numeri casuali (RNG – Random Number Generator) avanzato grazie al quale è possibile generare internamente chiavi di sicurezza uniche ed è in grado di adattarsi a differenti flussi di produzione in maniera estremamente economica. Un tipico dispositivo IoT risulta composto da un piccolo microcontrollore a 8 bit ed è alimentato a batteria. Un microcontrollore di questo tipo solitamente non è in grado di fornire risposte caratterizzate da una bassa latenza, rendere disponibile lo spazio necessario per il codice e le risorse di memoria richieste per i protocolli di sicurezza e garantire nel contempo consumi ridotti per prolungare la durata delle batterie. La funzione di accelerazione crittografica a basso consumo e svincolata dal particolare processore utilizzato del dispositivo ECC508 risulta compatibile con una gamma veramente ampia di dispositivi IoT con risorse limitate.

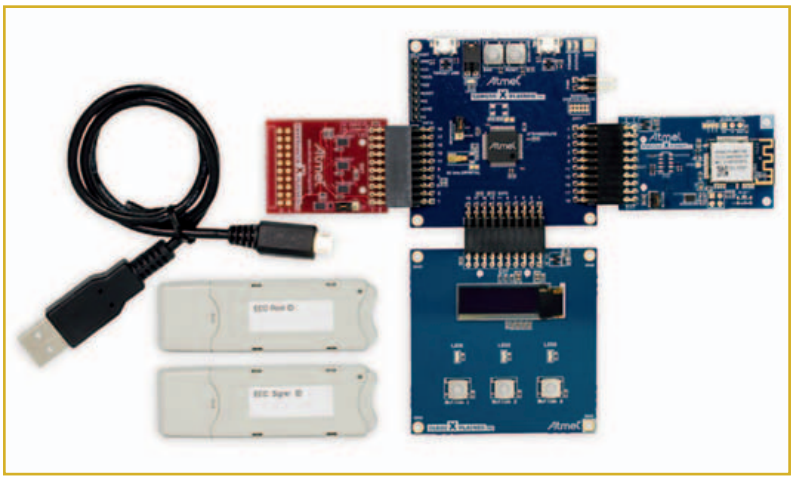


Fig. 2 – Il kit AWS Zero Touch Secure Provisioning Kit sviluppato da Atmel

"Energy harvesting" per applicazioni IoT

IBM, dal canto suo, ha stipulato un accordo di collaborazione con EnOcean Alliance, il cui obiettivo è collegare dispositivi che utilizzano tecniche di "energy harvesting" con le reti IoT. I progettisti possono così

utilizzare meccanismi di energy harvesting (ovvero di accumulo e riutilizzo dell'energia) per una varietà di dispositivi – dai sensori ai gateway – e collegarli senza problemi alla piattaforma cloud Watson IoT di IBM. Il protocollo messo a punto di enOcean opera nella banda sub GHz (inferiore al GHz) in conformità con lo standard ISO/IEC 14543-3-1X utilizzato su scala mondiale per applicazioni di automazione degli edifici e per le case "intelligenti". I dispositivi che sfruttano le tecniche di energy harvesting, come ad esempio il kit di sviluppo per dispositivi che sfruttano l'energia cinetica di AAEON, prelevano l'energia dall'ambiente circostante – sotto forma di movimento, differenza di temperatura o variazione luminosa – e la utilizzano per i moduli wireless. Tali moduli adottano un approccio basato su telegramma ottimizzato per minimizzare i consumi di potenza. L'abbinamento tra un kit hardware come quello proposto da AAEON e le API sicure della piattaforma Watson, consente al servizio Bluemix di IBM di fornire analisi predittive, cognitive e contestuali, particolarmente utili nel processo decisionale. IBM ha compiuto un'ulteriore evoluzione grazie a Tririga, una piattaforma per la gestione delle infrastrutture da usare nell'ambito dell'automazione degli edifici, in grado di raccogliere in modo automatico tutti i dati provenienti dai sensori.

EnOcean Alliance e IBM hanno standardizzato l'interfaccia per i pacchetti IP e semplificato l'uso delle applicazioni nell'ambito IoT. In questo modo, è possibile, ad esempio, integrare le tecnologie wireless che utilizzano meccanismi di energy harvesting nella piattaforma Watson IoT di IBM, in modo da consentire l'esecuzione di analisi predittive e in tempo reale sulle infrastrutture.

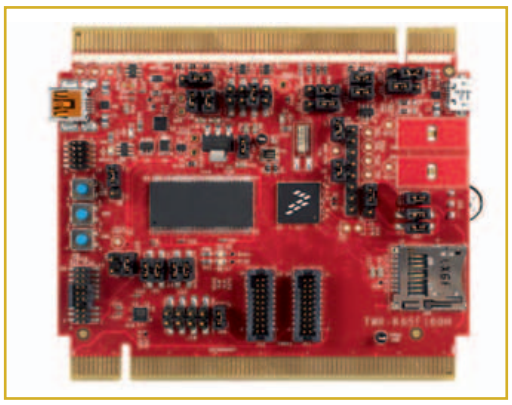


Fig. 3 – La scheda di sviluppo Kinetis K65 MCU Tower System Module di NXP

Sistemi operativi pronti per il cloud

L'integrazione nel cloud può avvenire anche a livello di sistema operativo. Il sistema operativo di MicroEJ, ad esempio, che supporta i linguaggi Java e C ibrido per lo sviluppo di applicazioni IoT, può essere usato per aggiungere il collegamento al cloud ai microcontrollori Kinetics con core ARM Cortex-M di NXP. Il sistema operativo fornisce un insieme completo di librerie per la connettività sia cablata sia wireless, la connessione in rete basata su IP, la sicurezza, la memorizzazione dei dati, le interfacce utente grafiche e la gestione dei componenti software attraverso il kit di sviluppo software (SDK) di Kinetcs. Il sistema operativo in questione può rendere disponibili blocchi base "IoT ready" basati su protocolli standard – come ad esempio HTTPS REST, CoAP, MQTT oppure LWM2M – per consentire l'interoperabilità con le piattaforme cloud IoT per lo streaming dei dati e la gestione dei dispositivi. Esso offre la possibilità di ampliare la funzionalità dei dispositivi sul campo e gestire i contenuti software con una flessibilità maggiore rispetto agli aggiornamenti del firmware in modalità OTA (Over The Air), in quanto le app software possono essere installate e disinstallate "al volo" in modo dinamico. È altresì disponibile un app store per le soluzioni MicroEJ, dove le app possono essere pubblicate dagli sviluppatori e scaricate dai dispositivi, come accade nel caso degli handset mobili.

La società ha presentato una dimostrazione di questo sistema operativo che gira sull'MRTWR-K65F180M Kinetis K65 Tower System Module di NXP (Fig.3). Il sistema operativo di MicroEJ è anche in grado di supportare l'intera famiglia di microcontrollori Kinetis basati sui core ARM Cortex-M0+/M4/M7. Anche se esistono differenti modalità per collegare i dispositivi in modalità wireless al cloud, i fornitori di servizi basati su cloud cloud – da Microsoft e SIGFOX ad Amazon a IBM – stanno cercando di semplificare al massimo questa operazione. Non è più necessario abbinare protocolli di sicurezza con i pacchetti MQTT che hanno indirizzi IP specificati per centinaia se non addirittura migliaia di nodi IoT. Ciò garantisce una maggiore flessibilità di scelta per quanto concerne le architetture IoT, in quanto è possibile utilizzare ciascun gateway come un aggregatore piuttosto in qualità di controllore della sicurezza. In questo modo, gli utenti possono disporre di un maggior numero di opzioni per quanto concerne le tipologie di sensori che possono essere specificate e le modalità di connessione a IoT (per esempio, attraverso le reti wireless esistenti). Mentre lo sviluppo di API specifiche per i servizi cloud si sono rivelate un valido ausilio, i produttori di chip hanno aggiunto nuovi dispositivi in grado di gestire tali connessioni e fornito le funzioni di sicurezza a livello hardware al fine di favorire e semplificare l'introduzione su larga scala delle reti IoT.

LTE: una tecnologia a supporto dell'evoluzione di Internet of Things

Will Hart
GM of developer tools
Particle

Patty Felts
Product manager cellular
u-blox

eSIM, moduli cellulari compatibili a livello di ingombri, pinout e software e piattaforme IoT/MVNO garantiscono la flessibilità richiesta per supportare la diffusione della tecnologia LTE

Nel momento in cui la tecnologia LTE (Long Term Evolution) evolve per soddisfare le esigenze di un mondo sempre più connesso, il panorama della telefonia cellulare tende a divenire via via più complesso. Differenti Paesi e carrier hanno adottato svariate tecnologie e diverse bande di frequenza per poter consentire l'utilizzo di LTE in applicazioni IoT, con conseguente notevole frammentazione del mercato. A causa di questi due fattori, frammentazione e complessità, gli sviluppatori devono individuare approcci strategici per realizzare dispositivi IoT in grado di supportare future evoluzioni. Alcune di queste strategie prevedono l'utilizzo di eSIM, moduli multi-banda e compatibili a livello di piedinatura e piattaforme MVNO/IoT.

Anche se in anni recenti Internet of Things ha ricevuto una notevole attenzione da parte di tutti i media, l'aggiunta della connettività a macchinari e apparecchiature non è senz'altro un concetto nuovo. Da parecchi anni gli operatori di rete offrono moduli di connettività basati su GSM e la connettività tramite cellulare si è dimostrata un mezzo valido ed efficace in una vasta gamma di applicazioni.

Ciò che rende Internet of Things un concetto rivoluzionario non è l'idea della connettività in sé, bensì la sua applicazione su larga scala.

In maniera del tutto analoga, LTE si appresta a rivoluzionare IoT non nella sostanza, bensì in termini di diffusione. Le caratteristiche di LTE – basso costo, ampiezza di banda ridotta e consumi minimi – consentono l'implementazione di applicazioni IoT in precedenza impossibili o non sostenibili dal punto di vista economico. Poiché il numero di dispositivi connessi a Internet dovrebbe raggiungere quota 50 miliardi entro il 20201, LTE diventerà molto probabilmente la tecnologia di riferimento per lo sviluppo di Internet of Things.

Per i produttori attualmente impegnati a rendere disponibili soluzioni basate su reti "legacy", il passaggio a LTE comporta opportunità e rischi. Impegnati nella competizione finalizzata a implementare (e definire) il futuro di LTE, Paesi, carrier e produttori di hardware hanno adottato una pluralità di tecnologie cellulari e di bande differenti. Da qui la crescente complessità e frammentazione che caratterizza il settore della tecnologia LTE.

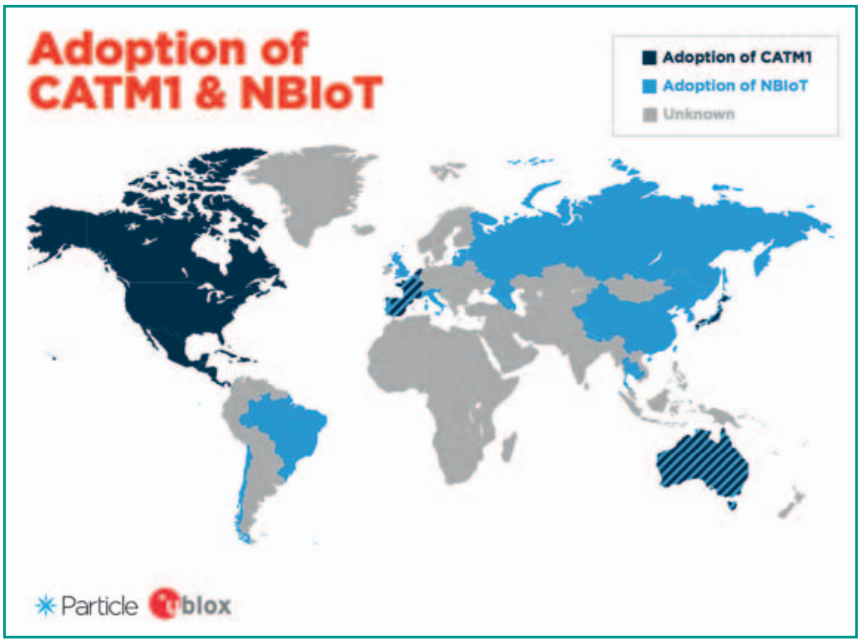


Fig. 1 – Per raggiungere i mercati globali è necessario mettere a punto un range di prodotti in grado di soddisfare le esigenze sia dei carrier che hanno optato per LTE-M1 sia quelli che hanno scelto NB-IoT

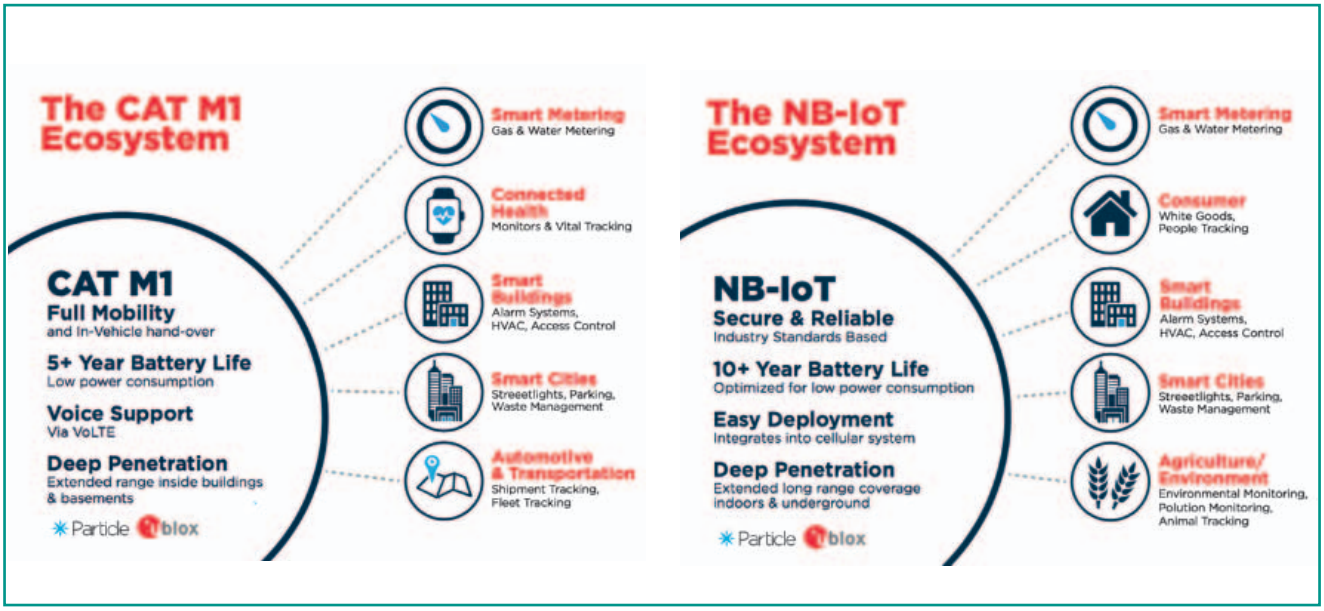


Fig. 2 – I moduli compatibili a livello di piedinatura/footprint e software sono in grado di soddisfare in modo semplice le esigenze di diversi mercati coperti dagli standard CAT M1 (a) e NB-IoT

Nonostante queste problematiche, il passaggio alla tecnologia LTE appare inevitabile. Pertanto l'onere di adottare approcci strategici e flessibili in grado di garantire lo sviluppo di prodotti IoT capaci di supportare future evoluzioni è ricaduto in larga misura sui produttori.

Il futuro dei cellulari

L'invio di dati in modalità wireless è un elemento fondamentale delle applicazioni IoT. Questo fin dai tempi della comparsa dei primi moduli cellulari 2G che venivano aggiunti ai macchinari con l'obbiettivo di ridurre i costi legati all'assistenza.

I dati ricevuti possono includere informazioni relative ai livelli delle scorte (per i distributori automatici), a tracce imputabili a tentativi di manomissione (per i chioschi che integrano sistemi di pagamento) oppure alle ore di funzionamento (nel caso di apparecchiature impiegate in produzione). I dati possono anche prevedere l'esecuzione di semplici funzioni come ad esempio la messa in servizio/o fuori servizio di un macchinario, l'invio di un avvertimento a un operatore relativo a una segnalazione di errore o gli aggiornamenti in modalità OTA (Over-The-Air). Al crescere della diffusione delle reti LTE aumentano i possibili campi di impiego di questa tecnologia. Le applicazioni che richiedono dati di varia natura, come ad esempio video, audio e informazioni di telemetria usati per svolgere attività di controllo, faranno aumentare la richiesta di connessioni affidabili, flessibili ed efficienti in termini di consumi. Oggigiorno, molti dispositivi IoT sono installati in località remote e alimentati tramite batteria. Queste applicazioni distribuite richiedono chipset e moduli molto più efficienti in termini di consumi, ma hanno esigenze in termini di ampiezza di banda relativamente modeste. Questo il motivo per cui LTE rappresenta la soluzione di connettività ideale.

Attualmente, LTE è in grado di supportare le applicazioni IoT rendendo disponibili "blocchi di risorse" per il traffico IoT, che richiede un'ampiezza di banda ridotta attraverso apposite "Categorie". In particolare, IoT utilizza LTE Categoria M1 per la comunicazione tra vari tipi di macchine (noto come LTE-MTC (Machine-Type Communication), LTE-M o LTECat M1) così come NB-LTE-M e NB-IoT (dove NB è l'abbreviazione di Narrow Band).

Le categorie destinate al traffico IoT richiedono chipset decisamente più semplici che quindi necessitano di minor potenza per il loro funzionamento (ideali quindi per nodi a bassissimo consumo come azionamenti e sensori "intelligenti") e risultano più economici (fattore questo che permette di ampliare e diversificare i settori d'applicazione). Ciò in parte è possibile grazie all'utilizzo di ampiezze di banda inferiori (per mezzo della tecnologia 3G) che le rende ancora più idonee per le applicazioni IoT che prevedono scambi di dati limitati.

Tecnologia cellulare: uno scenario frammentato

I produttori che affrontano per la prima volta il mondo della connettività cellulare si trovano di fronte a ostacoli di notevole entità. Il panorama della telefonia cellulare, storicamente semplificato dagli accordi di roaming e dalla disponibilità di insiemi prestabiliti di bande supportate,

con l'avvento di LTE è destinato a complicarsi notevolmente. Essi dovranno affrontare i problemi legati alla dismissione pianificata (ma non sempre annunciata pubblicamente) delle reti 2G/3G esistenti e alla frammentazione, su scala internazionale, di bande e standard LTE.
Molti carrier, anche se non tutti, hanno già annunciato i piani per dismettere le loro reti 2G nell'arco di un decennio. Inoltre, visti gli investimenti nelle reti LTE, anche il futuro delle reti 3G appare abbastanza nebuloso. Nello stesso tempo, gli operatori si trovano ad affrontare il problema di individuare strategie idonee per la fidelizzazione dei clienti. Per supportare i clienti nel passaggio verso la tecnologia LTE, è necessaria un'approfondita conoscenza delle complesse relazioni che intercorrono tra produttori di chipset, costruttori di moduli e carrier. Il settore della telefonia cellulare è sempre stato soggetto a variazioni su base regionale (che sono anche in parte responsabili della sua complessità) e questa situazione verosimilmente non è destinata a cambiare con LTE. In passato, i produttori hanno sfruttato accordi di roaming per garantire la compatibilità a livello internazionale. Con l'avvento di LTE, la frammentazione nelle bande utilizzate dai vari carrier renderà di fatto impossibile la stipula di questi tipi di accordi di roaming. Alcuni ritengono che i produttori dovrebbero iniziare ad agire come MVNO (Mobile Virtual Network Operator – operatori mobili virtuali) e stabilire accordi diretti con i carrier.
Lungi dal favorire l'innovazione, problematiche di questo tipo potrebbero rappresentare un freno e costituire una barriera per l'ingresso sul mercato. Ogni accordo con un carrier potrebbe richiedere diversi mesi di negoziazione ed essere soggetto a condizioni in termini di servizi, costi e volumi di dati. I produttori che agiscono alla stregua di MVNO devono poi cercare di rivendere tutto ciò sotto forma di servizio, operazione che comporta l'insorgere di ulteriori problemi. Alcune aziende, tra le più intraprendenti, stanno cercando di affrontare queste problematiche emergenti realizzando piattaforme IoT che sollevano i produttori dagli oneri legati alla connettività. Obiettivo di queste piattaforme è abbinare i vantaggi propri degli MVNO con le capacità e le risorse dei fornitori di servizi basati su cloud.

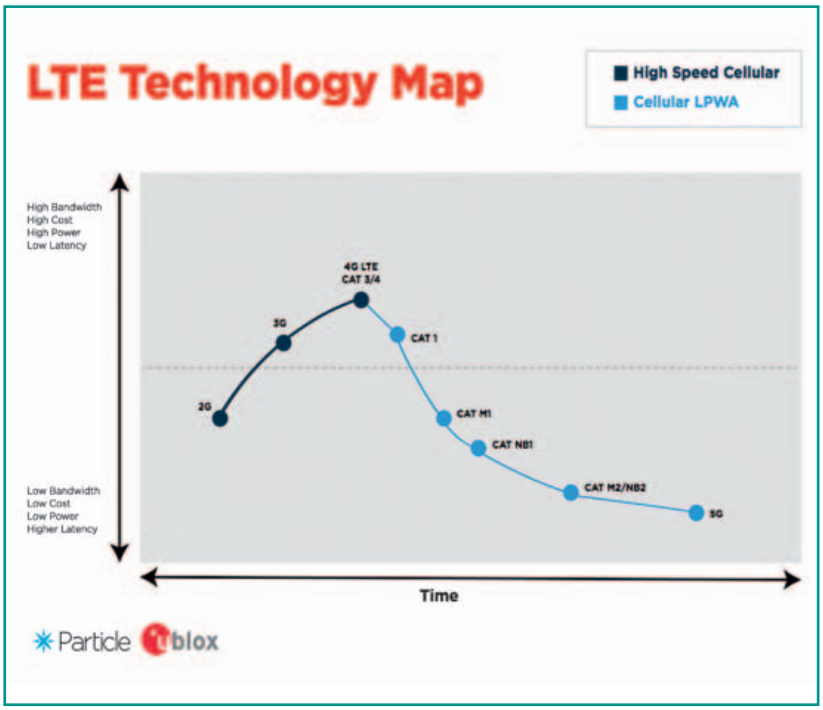


Fig. 3 – La tecnologia LTE rappresenta una valida scelta per supportare nuove applicazioni IoT

Complessità dei prodotti a livello internazionale

Nel campo delle comunicazioni cellulari non esiste un solo standard universale. Ciò ha comportato l'insorgere di parecchie problematiche per i produttori nel corso degli anni ma nel caso della tecnologia LTE per applicazioni IoT la mancanza di uno standard di riferimento può essere giustificata. Ciò è dovuto al fatto che né LTE-M né NB-IoT possono essere supportati senza dare adito a problemi. Il passaggio a LTE-M comporta un aggiornamento software alle torri cellulari esistenti, mentre il passaggio a NB-IoT richiede un aggiornamento software e un nuovo hardware per la sezione radio.
Per i carrier, una situazione di questo tipo contribuirà a creare ulteriori divisioni a livello sia geografico sia tecnologico. Negli Stati Uniti, in Canada e in Messico, ad esempio, si è affermato LTE-M1 mentre in Europa, Cina e Sud-Est asiatico si sta imponendo NB-IoT (Fig. 1). Per i costruttori che realizzano prodotti destinati a più mercati una situazione di questo tipo si traduce nella necessità di realizzare due diverse gamme di prodotti oppure un'unica gamma di prodotti in grado di supportare entrambe le tecnologie. In tutti e due i casi ciò significa che i produttori dovranno sostenere costi aggiuntivi.

L'avvento delle eSim

Un'altra innovazione che avrà un impatto sugli MVNO è sicuramente l'eSIM (embedded SIM). In sintesi, una eSIM garantisce l'indipendenza dell'hardware dal carrier (carrier neutral); in questo modo è possibile sostituire l'har-

dware sul campo o fornire servizi (provisioning) in una fase successiva alla spedizione. Alcuni ritengono che l'eSIM (che è integrata direttamente nel dispositivo) favorirà il processo di cooperazione tra MVNO, contribuendo quindi a migliorare l'efficienza della catena di fornitura. La eSIM dovrebbe essere parte integrante della prossima ondata di dispositivi LTE-IoT, in quando essa consentirà la spedizione di prodotti con una SIM "vuota" che potrà essere attivata nei Paesi di destinazione. Per i produttori sarà quindi più facile sviluppare e offrire nuovi prodotti destinati a differenti segmenti di mercato.

La realtà di LTE

La tipologia di applicazioni di interesse per gli sviluppatori che vogliono utilizzare le tecnologie LTE-M e NB-IoT sono sensori e azionamenti; si tratta di dispositivi che richiedono una ridotta ampiezza di banda per la trasmissione dei dati e sono caratterizzati solitamente da bassi duty-cycle. Ciò ha dato origine all'idea, molto diffusa ma sostanzialmente errata, che sensori e azionamenti "intelligenti" possono funzionare per diversi anni con una singola batteria. In realtà, la durata di sensori e azionamenti "intelligenti" installati in luoghi remoti dipenderà dal caso d'uso specifico (Figg. 2 a e b).

Gestire rischi e opportunità

I produttori di chipset e di moduli stanno ora operando in sinergia con i fornitori di piattaforme al fine di sfruttare al meglio le potenzialità della tecnologia LTE per applicazioni IoT. Nonostante la complessità associate all'adozione di LTE, una progettazione avanzata e un'oculata scelta degli stack possono contribuire ad attenuare i rischi legati allo sviluppo dei prodotti e ad aumentare il ritorno dell'investimento (ROI). Per realizzare prodotti in grado di supportare future evoluzioni, i produttori devono prendere in considerazioni soluzioni hardware, eSIM e piattaforme dati/MVNO.

La comprensione delle limitazioni dell'hardware è un aspetto critico. Un modem dual-mode, ad esempio, anche se potrebbe sembrare la migliore opzione per garantire una copertura su scala globale per una singola gamma di prodotti, contribuisce a far lievitare in modo sensibile e non giustificato i costi.

Un approccio migliore prevede l'adozione di un modulo che garantisca la compatibilità – a livello di ingombri, piedinatura e software – per tutte le versioni di un prodotto.

In questo modo, mediante la semplice sostituzione dei moduli, un singolo prodotto può essere usato in una pluralità di mercati.

Per superare gli ostacoli legati ai costi e alle problematiche associate alla stipula di accordi di roaming alcuni produttori stanno rivolgendo la loro attenzione a una nuova alternativa, costituita dalle piattaforme IoT/MVNO di terze parti. Queste piattaforme permettono di semplificare il lavoro dei produttori eliminando la necessità di negoziare accordi con i carrier in un mercato globale sempre più complesso.

Realizzate su hardware dedicato, le piattaforme IoT/MVNO rappresentano un mezzo efficace che permette ai produttori di introdurre e adattare i loro prodotti in modo più semplice e veloce. Tali piattaforme mettono a disposizione l'infrastruttura richiesta per trasmettere, gestire e proteggere i dati lungo tutto il percorso dal dispositivo al cloud.

L'utilizzo di moduli cellulari per aggiungere la connettività ai macchinari è una prassi consolidata da molti anni. In passato, vincoli di natura economica e tecnologica, hanno reso impossibile l'applicazione su larga scala della connettività cellulare.

Grazie alle sue caratteristiche – basso costo, ampiezza di banda ridotta e costi contenuti – la tecnologia LTE permette di rimuovere tali barriere rendendo possibile l'implementazione di un gran numero di applicazioni IoT nuove e innovative (Fig. 3).

LTE diventerà molto probabilmente la tecnologia di riferimento per lo sviluppo di Internet of Things

In ogni caso, il cammino verso questa nuova realtà non è privo di ostacoli. La frammentazione del mercato imputabile all'adozione su scala globale di tecnologie e bande di frequenza differenti ha già contribuito a complicare in modo significativo il passaggio alla tecnologia LTE. Nel momento in cui quest'ultima si diffonderà ulteriormente, è probabile che sorgeranno altri problemi al momento non previsti.

Ad esempio, un'incompatibilità chiave tra il software del sistema radio creato da Huawei e Ericsson rappresenta già una minaccia per il futuro di NB-IoT, ovvero la tecnologia scelta dai carrier europei per IoT2.

In uno scenario come quello delineato, soluzioni come eSIM, moduli cellulari compatibili a livello di ingombri, pinout e software e piattaforme IoT/MVNO garantiscono la flessibilità richiesta per affrontare in modo efficace le attuali incertezze.

Riferimenti bibliografici

http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pd

http://www.lightreading.com/iot/nb-iot/ericsson-huawei-incompatibility-threatens-nb-iot---sources/d/d-id/732345

Gli elettrodomestici nell'era dell'IoT

Jason Tollefson
Sr. Product marketing manager
Microchip Technology

Grazie a MCU a basso consumo e radio Bluetooth Smart gli elettrodomestici sono ormai pronti a connettersi a "Billions of Things"

Ora che il concetto di Internet of Things (IoT) si è tramutato in realtà, i tradizionali elettrodomestici rappresentano una risorsa in grado di fornire ai consumatori il controllo su costi e tempi di utilizzo e consentire ai produttori di sperimentare nuovi modelli di ricavi e di servizio. I progettisti possono equipaggiare gli elettrodomestici con sensori in grado di monitorare modelli di utilizzo e consumi di energia e corredarli con interfacce utente accattivanti dotate di display che mostrino i dati di utilizzo e allo stesso tempo forniscano tempestivamente servizi e opportunità di acquisti.

Poiché il numero di dispositivi IoT in funzione dovrebbe essere, in base alle più recenti previsioni, di un ordine di grandezza superiore a quello degli smartphone, saranno decine di miliardi gli "oggetti" che dovranno essere alimentati. L'obiettivo dei progettisti di elettrodomestici è ridurre, o perlomeno mantenere inalterato, gli attuali livelli di consumo di energia, al fine di soddisfare le regole governative in vigore, aggiungendo nel contempo nuove funzionalità IoT.

The Internet of Things (IoT) is the interconnection of **uniquely identifiable** embedded computing devices within the existing Internet infrastructure. Typically, IoT is expected to offer advanced connectivity of devices, systems, and services that goes **beyond machine-to-machine** communications (M2M) and covers a **variety of protocols**, domains and applications

Fig. 1 – Definizione di IoT (tratta da Wikipedia)

Tabella 1 – Esempi di nuovi servizi per elettrodomestici
Consumer
Schedule Run Time during low energy cost periods
Utilize smart phone GPS position information to control HVAC systems autonomously
Remotely control and configure appliances via smart phone app
Utilize Bluetooth® Smart beacons to automatically provide interactive information
Utilize cloud applications to provide appliance usage trends and give recommendations
Producer
Record and upload parametric data to track component performance
Enable marketing automation tools, linked to product usage, that offer consumables when needed
Identify emerging performance issues and contact consumer to schedule maintenance
Provide remote diagnostic capability, limiting field service calls
Record appliance feature use patterns across various geographies and demographics to optimize product cost and R&D

Per soddisfare questa esigenza, sono richiesti microcontrollori (MCU) a bassissimo consumo e radio Bluetooth Smart. Grazie ad essi, è possibile connettere in modo flessibile ed economico "oggetti" alla periferia delle reti IoT.

IoT: una definizione

Molte sono le interpretazioni di IoT, che spesso dipendono dal particolare settore di mercato a cui si si rivolge, ma una delle definizioni reperibili Wikipedia[1], e riportata per comodità nella figura 1, riassume molto bene il concetto. Quindi, applicando questa definizione agli elettrodomestici, un elettrodomestico "IoT" potrebbe essere identificato in maniera univoca, offrire connettività avanzata, mediante ad esempio Bluetooth Smart o Wi-Fi, e connettersi alla esistente infrastruttura Internet.

Servizi IoT-Enabled

Gli elettrodomestici connessi a Internet rappresentano un vero e proprio punto di svolta sia per i consumatori sia per i produttori. Per quanto riguarda i consumatori, esso permette di avere il controllo dei costi e di gestire i tempi di utilizzo. I produttori, dal canto loro, possono monitorare le prestazioni degli elettrodomestici, risolvere in modo proattivo le problematiche di manutenzione, nonché implementare schemi per la generazione di guadagni. La tabella 1 riporta esempi di servizi che è possibile implementare con i nuovi elettrodomestici.

Utilizzo degli smart phone come gateway per IoT

Smartphone, MCU a basso consumo e radio Bluetooth Smart sono i dispositivi più idonei mediante i quali i produttori di elettrodomestici possono aggiungere funzionalità IoT ai loro prodotti. Gli smartphone, ora venduti con Bluetooth Smart integrato, si propongono come un gateway "pronto all'uso" per Internet, con l'ulteriore vantaggio di garantire un accoppiamento semplificato degli elettrodomestici. Una App per smartphone può controllare la modalità di fruizione da parte dell'utente e gestire il traffico dati da/verso l'elettrodomestico. Wi-Fi è un altro metodo per supportare elettrodomestici IoT che offre un canale di comunicazione sempre disponibile verso i sensori che raccolgono dati, anche se in questo caso l'accoppiamento potrebbe risultare leggermente più impegnativo. Bluetooth Smart supporta i "beacon" (in pratica piccoli trasmettitori), semplificando enormemente il processo di accoppiamento. I Beacon possono annunciare[3]

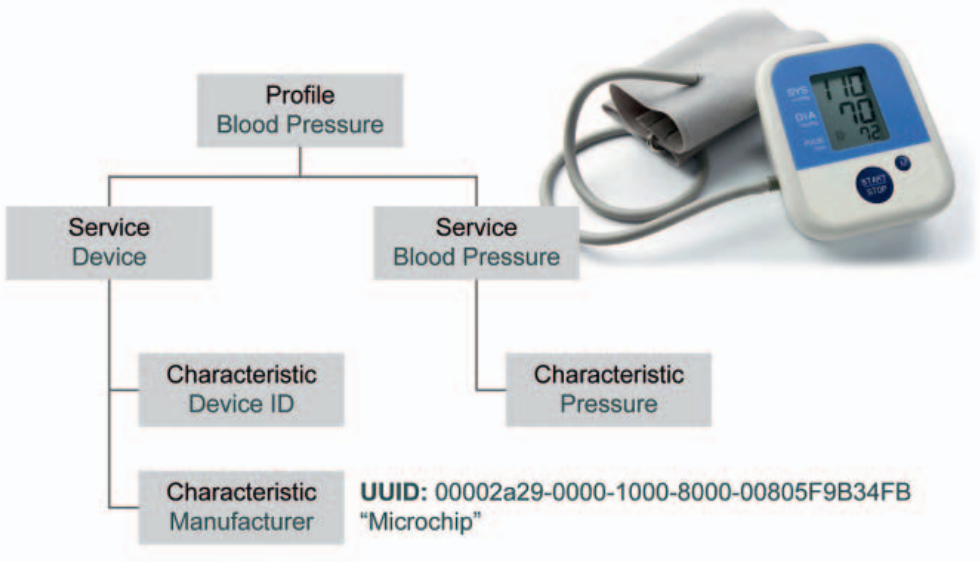


Fig. 2 – Gerarchia di un profilo Bluetooth

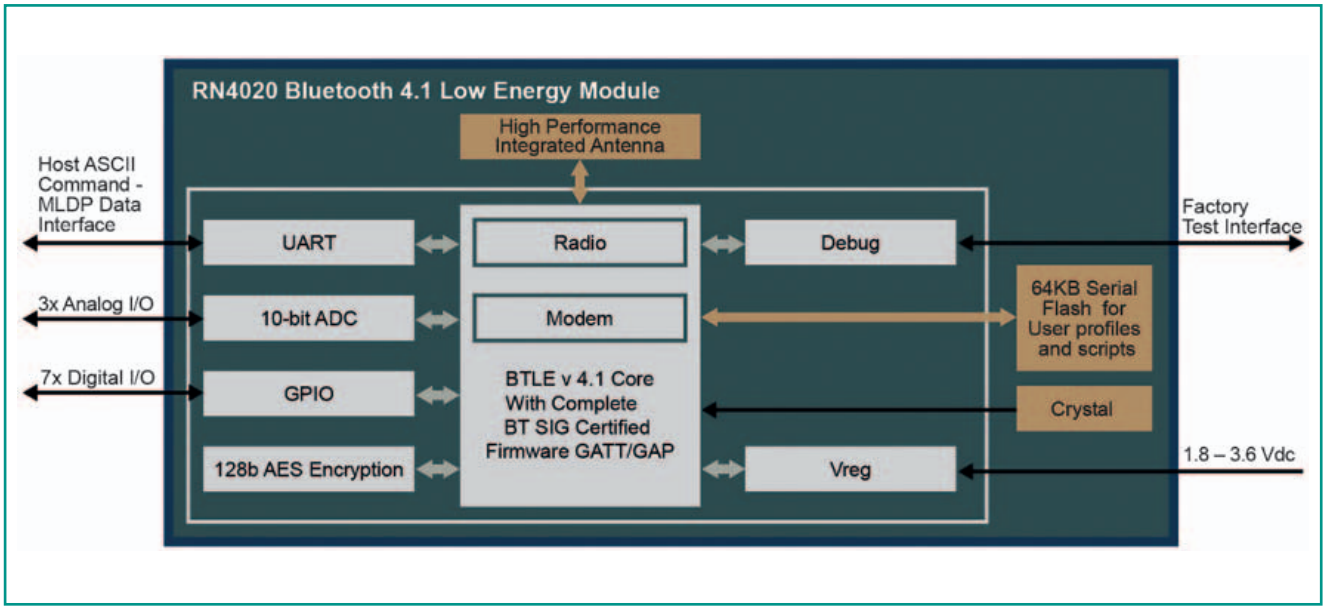


Fig. 3 – Diagramma a Blocchi del Bluetooth Smart Module

la loro presenza allo smartphone quando i due sono posti nelle immediate vicinanze. L'accoppiamento Wi-Fi, d'altro canto, richiede la pressione del tasto Wi-Fi Direct sul router, che spesso di trova in un'altra stanza.

Generazione di dati utili

Il valore aggiunto della connessione IoT degli elettrodomestici è generato dalla MCU a basso consumo accoppiata a un una radio Bluetooth Smart. L'MCU raccoglie i dati dai sensori, come ad esempio il consumo di energia oppure le ore di funzionamento, generati all'interno dell'elettrodomestico e memorizzati in un formato dati utilizzabile.
Quando uno smartphone si connette con l'elettrodomestico, i dati vengono caricati e trasmessi oppure visualizzati. L'MCU a basso consumo e la radio garantiscono anche la conformità con lenorme governative in quanto l'aggiunta della connettività no comporta aumenti misurabili del consumo di energia.

Uno sguardo a Bluetooth

Una volta evidenziata la semplicità di questo sistema, si procede ora a un'analisi più dettagliata dei singoli componenti, partendo da Bluetooth. Non si tratta del Bluetooth "classico", quello delle cuffie o auricolari per il cellulare, bensì di Bluetooth Smart. Si tratta di un nuovo standard che è stato reso disponibile solo di recente da Bluetooth SIG. Questo nuovo standard consente un funzionamento con un basso consumo di energia, ideale quindi per applicazioni IoT. Osservando i dati riportati nella tabella 2[2], è possibile nota che Bluetooth Classic è caratterizzato da un range maggiore e da un throughput di 2,1 Mbps. Ma per le applicazioni con basso data-rate come gli elettrodomestici IoT, una velocità di trasmissione dati così elevata non è richiesta. Bluetooth Smart, dal canto suo, assicura rapidità di connessione, un throughput in linea con le esigenze delle applicazioni IoT e un consumo di energia estremamente ridotto.
Bluetooth Smart era stato progettato esplicitamente per dispositivi alla periferia delle reti IoT. Facendo riferimento alla definizione di un dispositivo IoT formulata da Wikipedia, questo deve essere identificabile in maniera univoca. Bluetooth Smart offre questa possibilità: nella figura 2, per esempio, è riportata mostra l'organizzazione di una applicazione medicale basata su Bluetooth Smart.
La gerarchia illustrata in figura 2 si riferisce al profilo di un rilevatore di pressione sanguigna Bluetooth. A questo profilo sono assegnati alcuni servizi, per esempio il Device service e il Blood Pressure service. Come si evince, il profilo include un UUID (Universally Unique IDentifier – Identificativo Univoco Universale) che nel caso in esame è il produttore, richiesto le applicazioni IoT. Questo è solo un esempio che è parte del Bluetooth Smart GATT o Generic Attribute Profiles. I profili sono normalmente supportati direttamente nel dispositivo Bluetooth, come mostrato in figura 3. Sono disponibili profili per molte altre applicazioni, compreso un custom[4] profile, ideale per gli elettrodomestici.

Risparmio energetico con Bluetooth Smart

Oltre agli attributi di identificazione univoca, l'altro aspetto che rende le radio Bluetooth Smart ideali per gli elettrodomestici IoT è la loro bassa richiesta di energia. La radio ha la capacità di mantenere l'accoppiamento con uno smartphone senza richiedere un collegamento continuo: poiché le connessioni consumano energia, questa caratteristica si riflette favorevolmente sui consumi. Le funzionalità che rendono possibile questa modalità di funzionamento sono "Connect Interval" e "Slave Latency". Come si può vedere nella figura 4, il Connect Interval è il

periodo di tempo in cui lo slave ("Peripheral") trasmette allo smart phone ("Central") prima di rientrare in uno stato a basso consumo. Questo tempo varia ed è compreso tra pochi millisecondi e diversi secondi, mentre la regolarità della connessione è determinata dalla Slave Latency. Questi parametri, quando combinati, consentono la trasmissione dei dati con una elevata periodicità, ogni 7,5 ms, o con una bassa periodicità, ogni 33 minuti, in modo da ottimizzare il risparmio di energia.

Caratteristiche degli MCU a basso consumo

Naturalmente, l'altro componente che contribuisce al consumo di energia è il microcontrollore. In questo caso i consumi sono determinati essenzialmente dalla modalità di risparmio energetico in cui il dispositivo si trova e dalla velocità di clock.

Molte MCU a basso consumo al momento disponibili prevedono numerose modalità di risparmio energetico. In pratica, si tratta della possibilità di modificare la configurazione dell'MCU sotto il controllo del software. Tra le modalità tipiche si possono annoverare le seguenti: run, doze, idle, low-voltage sleep e deep sleep. Ognuna di queste modalità ha caratteristiche chiave che influiscono sul consumo. Per esempio, le MCU PIC prevedono le modalità "doze" e "low-voltage sleep". Nella modalità doze, l'MCU può eseguire codice a una velocità più bassa delle sue periferiche on-chip. Ciò riduce il consumo di corrente, pur consentendo alle periferiche come un UART di comunicare con un baud rate adeguato. La modalità sleep a bassa tensione, invece, prevede l'utilizzo del regolatore a bassa corrente al posto del regolatore ad alte prestazioni on-chip (che viene spento), consentendo il mantenimento dello stato della MCU, utilizzando una corrente dell'ordine di poche centinaia di nano-Amp. Una transizione dallo stato di "run" a quello "low-voltage sleep" riduce il consumo di corrente del 99,9%.

Le MCU low-power permettono di effettuare la commutazione del clock "al volo". In pratica si tratta della possibilità di variare la frequenza del clock in base al particolare task da eseguire. In presenza di un algoritmo di filtro che prevede complessi calcoli matematici sui dati provenienti da un sensore, l'esecuzione avverrà in modalità "run" alla velocità massima di clock.

Nel caso invece di un semplice loop in attesa di un interrupt, la velocità del clock verrà ridotta per risparmiare corrente. Grazie a questa tecnica, il consumo di corrente viene ridotto da 5 mA a 26 uA, con un risparmio del 99%. In definitiva, con le MCU a basso consumo è possibile risparmiare energia.

Tabella 2 – Confronto tra Bluetooth Classic e Smart

Technical Specifications	Bluetooth® Classic	Bluetooth Smart
Frequency	2.4 GHz	2.4 GHz
Range	10-100 meters	10 meters
Throughput	0.7-2.1 Mbps	25 kbps
Max Nodes	7	No limit
Latency (Time between packets)	2.5 ms (Data) + 100 ms (Conn.)	Several ms (Data) <6 ms (Conn.)
Target Applications	High throughput & interoperability	Low power consumption

Avviciniamoci all'Edge

Per numerosi elettrodomestici, quindi, appare abbastanza semplice "affacciarsi" alla periferia delle reti IoT. Utilizzando le funzionalità integrate nelle MCU a basso consumo e nelle radio Bluetooth, è ora possibile creare una connessione a IoT per un elettrodomestico preservando la conformità alle normative energetiche. Questa connessione consente la raccolta, l'elaborazione e la trasmissione dei dati verso smartphone, utilizzando una modalità impossibile solo fino a poco tempo addietro. Gli smartphone possono essere utilizzati come un gateway "istantaneo" per lo sviluppo di applicazioni che creano valore aggiunto. I consumatori apprezzano questa connettività, che permette loro di gestire le loro attività sfruttando un dispositivo onnipresente come lo smartphone. Anche i produttori possono trarre numerosi vantaggi da questa connettività, che garantisce la visibilità sulle performance del prodotto e sulle abitudini di utilizzo; grazie a queste informazioni i produttori possono utilizzare le più recenti e innovative tecniche di marketing e di erogazione di servizi per ridurre i costi di esercizio e aumentare i ricavi, oltre a ottenere informazioni utili per lo sviluppo degli elettrodomestici di prossima generazione.

Note

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things
2. https://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/BLE.aspx (2013)
3. http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70005191A%20(1).pdf (2014)
4. http://www.microchip.com//wwwAppNotes/AppNotes.aspx?appnote=en572728 (2014)

Proteggere i dispositivi ad alta frequenza dai danni dell'acqua con una protezione IP corretta

Boris Su
Product line manager protective vents
W. L. Gore & Associates
bsu@wlgore.com

Hank Bao
Sales manager protective vents
W. L. Gore & Associates
hbao@wlgore.com

In questo articolo è riportato un tipico esempio in cui la scelta di una classe di protezione IP elevata non rappresenta sempre la soluzione migliore

La società Fingu ha sviluppato sistemi di antenne ad alta frequenza per un operatore del mercato della telecomunicazione attivo a livello globale. I sistemi di antenne erano stati concepiti per l'installazione su torri radio. Nonostante la certificazione IP67, alcuni apparecchi sono andati in avaria a causa dell'ingresso di acqua.
La ragione? Gli involucri erano protetti dall'immersione in acqua, ma non dai forti getti d'acqua causati dal vento sferzante, che colpiscono gli apparecchi durante i violenti nubifragi. Questo esempio dimostra che una classe di protezione IP elevata non è sempre la soluzione migliore. I sistemi di telecomunicazione installati su torri radio devono resistere a forti piogge e temporali.
Senza una protezione adeguata si corre il rischio che, durante massicce precipitazioni accompagnate da forti venti, l'acqua penetri negli involucri, distruggendo l'elettronica all'interno. Questa è stata la sfida che ha dovuto affrontare il produttore

Fig. 1 – Il vento e i nubifragi rappresentano una sfida per gli apparecchi a radiofrequenza (RF)

Tabella 1 – Gradi di protezione IP: IPXY

Grado di protezione	Protezione da corpi estranei (X)		Protezione da liquidi	
	0	Nessuna protezione	0	Nessuna protezione
	1	Corpo estraneo (≥50 mm di diametro)	1	Protetto da caduta verticale di gocce d'acqua
	2	Corpo estraneo (≥12,5 mm di diametro)	2	Protetto da caduta di gocce d'acqua con inclinazione massima 15°
	3	Corpo estraneo (≥2,5 mm di diametro)	3	Protezione da spruzzi d'acqua sull'involucro inclinato fino a 60° rispetto alla verticale
	4	Corpo estraneo (≥1,0 mm di diametro)	4	Protezione da spruzzi d'acqua sull'involucro da tutte le direzioni
	5	L'ingresso di polvere è limitato	5	Protezione contro spruzzi d'acqua a bassa pressione da qualsiasi direzione
	6	A tenuta di polvere	6	Protezione da getti d'acqua ad alta pressione da qualsiasi direzione
			7	Protezione da immersione temporanea in acqua a 1 metro di profondità per 30 minuti
			8	Protezione da immersione prolungata in acqua secondo le condizioni specificate dall'acquirente e dal venditore; Gore ha testato a 2 metri di profondità per 60 minuti
			9k	Protezione contro getti di vapore ad alta pressione sull'involucro da tutte le direzioni

di apparecchi a radiofrequenza (RF) Fingu, incaricato di sviluppare sistemi di antenne per un'azienda di telecomunicazione attiva in tutto il mondo. Le unità elettroniche, deputate alla raccolta o distribuzione di segnali su diverse antenne, erano state istallate su torri radio in varie località del pianeta. Sebbene tutte le installazioni nelle diverse località richiedessero un'elevata robustezza degli apparecchi, una delle torri si rivelò essere particolarmente critica, perché soggetta a condizioni atmosferiche (ad esempio, frequenti tifoni) ancora più estreme.
Ne seguì un reclamo da parte dell'azienda di telecomunicazioni. Le piogge eccezionalmente intense e i forti venti avevano causato la penetrazione di acqua negli apparecchi, danneggiando l'elettronica.

Il problema: ingresso di acqua nonostante il superamento del test di immersione IP67

Gli ingegneri di Fingu si sono trovati di fronte a un vero e proprio "mistero". Gli apparecchi erano stati appositamente concepiti e strutturati in modo da soddisfare il grado di protezione IP67 resistere all'immersione temporanea in acqua. Ciononostante, l'acqua era penetrata nell'involucro. Alcune unità elettroniche guaste, rimandate indietro dal cliente, erano addirittura completamente riempite di acqua. L'acqua era penetrata attraverso lo sfiato utilizzato. Evidentemente lo sfiato usato non era sufficientemente resistente alla pioggia sferzante causata dalle raffiche di vento in quota. La domanda era: perché gli involucri che avevano superato il test di immersione IP67 non erano risultati impermeabili?
Insieme agli specialisti di Gore, gli sviluppatori di Fingu hanno identificato i requisiti di una nuova soluzione di sfiato che doveva:

- impedire in maniera affidabile l'ingresso dell'acqua,
- equalizzare le differenze di pressione, per ridurre le sollecitazioni sulle guarnizioni degli involucri stagni,
- permettere una rapida riparazione delle unità guaste e
- poter essere integrata nell'involucro esistente, senza doverne modificare la forma.

La soluzione: scegliere il grado di protezione IP adatto

Analizzando i guasti nel dettaglio, gli ingegneri si resero conto che la tipologia di protezione IP67 non è adatta per proteggere gli apparecchi RF nelle condizioni ambientali del caso in questione.
La classe di protezione IP indica la protezione dell'involucro elettronico da particelle e da liquidi. Nel codice IPXY la prima cifra "X" dopo IP ("Ingress Protection") rappresenta la protezione da sostanze solide, e la seconda cifra "Y" indica la protezione da sostanze liquide. La classe di protezione IP67 quindi indica un involucro protetto dalla polvere, che resiste all'im-

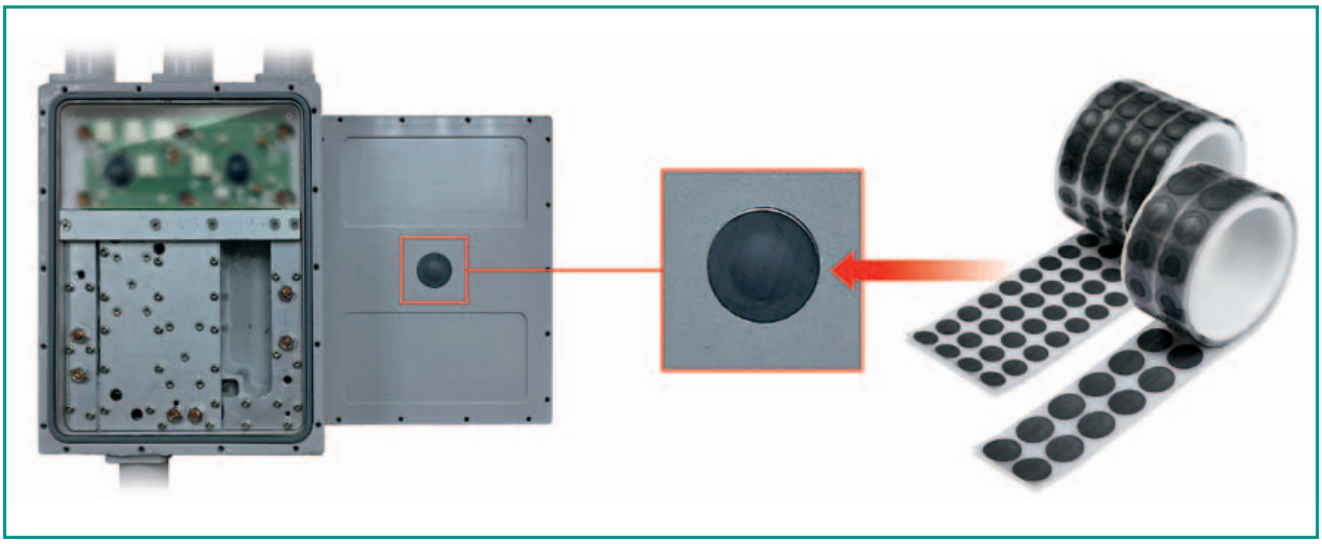


Fig. 2 – I ripetuti test IP66 hanno dimostrato che l'utilizzo degli sfiati della serie VE7 impedisce l'ingresso dell'acqua nei sottosistemi RF

mersione in acqua a una profondità di un metro per 30 minuti. Questa classe di protezione tuttavia non garantisce la protezione da getti d'acqua che, secondo lo standard IEC 60529, si divide in due categorie distinte. I sistemi di telecomunicazione vengono installati su torri radio, e quindi nell'applicazione in questione anziché essere immersi, vengono piuttosto esposti a temporali e nubifragi. Idealmente dovrebbero soddisfare la classe di protezione IP65 o IP66. Il grado IP65 rappresenta la protezione da getti d'acqua a bassa pressione, quindi da pioggia normale. La IP 66 protegge l'involucro da violenti e sferzan-ti nubifragi.

La classe IP67, più alta, non offre necessariamente una protezione più elevata. La scelta della classe di protezione IP si deve basare piuttosto sull'applicazione prevista e, nel caso in questione, richiede la protezione da forti nubifragi, e non dall'immersione.

Per queste ragioni gli esperti di ventilazione hanno consigliato di non certificare più gli apparecchi RF in base alla classe IP67 (protezione da immersione temporanea), ma alla IP66 (protezione da forti getti d'acqua). La tabella 1 riporta i vari gradi di protezione IP. Per soddisfare la classe di protezione IP66 gli ingegneri sviluppatori scelsero il robusto elemento di sfiato autoadesivo Gore Adhesive Vent Serie VE7, che nei sistemi di telecomunicazione si è confermato essere una soluzione affidabile per la compensazione della pressione e la protezione dall'ingresso dell'acqua. Il motivo principale è la sua robusta membrana in politetrafluoretilene (ePTFE), che grazie alla sua struttura stabile è ideale per condizioni ambientali gravose e difficili. La colla siliconica particolarmente resistente assicura il collegamento duraturo tra elemento di sfiato e involucro, persino con vento e pioggia e su superfici ruvide. L'elemento di sfiato autoadesivo è concepito per l'utilizzo a temperature da -40 °C fino a +125 °C. Inoltre la membrana VE7 soddisfa i requisiti della classe di infiammabilità UL 94-V0 ed è autoestinguente in caso di incendio.

> "Il nostro cliente ha accolto con entusiasmo la nostra soluzione veloce ed efficiente, ed è molto soddisfatto delle prestazioni degli apparecchi RF montati sulle torri radio", spiega Liu Ming Xing, mechanical design manager di Fingu. "La nuova soluzione di sfiato è ormai installata da 18 mesi e finora non ci sono state segnalate perdite, né negli apparecchi in cui abbiamo montato il nuovo elemento di sfiato in un secondo momento, né in quelli nuovi.

In conclusione, il grado IP corretto assicura il funzionamento duraturo

La combinazione tra membrana robusta e colla resistente permette allo sfiato VE7 di proteggere l'apparecchiatura dall'ingresso dell'acqua sotto forma di getti ad alta pressione, cosicché i sistemi di antenne RF resistono alle condizioni ambientali estreme delle torri radio.

Numerosi test con getti d'acqua lo hanno confermato: le unità elettroniche sono a tenuta d'acqua e non presentano perdite. Fingu ha dotato pertanto tutte le unità elettroniche precedentemente installate con la nuova soluzione di sfiato, e li monta di serie su tutti i nuovi apparecchi.

Nuovo lifting per il radar, ma la fisica è sempre la stessa

Parte 1 – **Un breve ripasso del radar e del suo principio di funzionamento senza età: l'equazione della distanza**

Giovanni D'Amore
Marketing brand manager, RF&MW Products
Keysight Technologies

Il radar ha fatto molta strada dalla sua invenzione alla fine del IXX secolo ed è evoluto in una famiglia di tecnologie che supportano oggi una vasta gamma di applicazioni. Si passa dai semplici ed economici radar compatti a onda continua, impiegati dalle forze dell'ordine per sanzionare gli eccessi di velocità, fino ai complessi gruppi di antenne a scansione di fase impiegati in sistemi radar terrestri, navali o aerotrasportati. Un tipico sistema di antenne a scansione di fase o a controllo elettronico del fascio (AESA) è composto da centinaia o migliaia di moduli ricetrasmittenti (T/R), resi possibili da dispositivi a stato solido ad alte prestazioni. Grazie all'evoluzione delle tecnologie radar verso frequenze più alte e bande più larghe, stanno emergendo ancora nuove applicazioni, precedentemente inimmaginabili.

La tecnica di imaging con radiazione non ionizzante a microonde, a basso costo e banda ultra larga, offre informazioni complementari rispetto alle tecniche di imaging tradizionali e appare promettente in campo medicale. Il riconoscimento gestuale tramite radar con risoluzione submillimetrica apre nuovi modi di interfacciamento con i dispositivi consumer[1]. Inoltre, le tecnologie radar permettono di realizzare i veicoli a guida autonoma e i droni con funzioni anticollisione e di misura della distanza. La banda dei THz, con le sue proprietà spettrali uniche rispetto alle proprietà chimiche e biologiche dei materiali, entusiasma la comunità scientifica e non solo rispetto alle potenziali applicazioni sensoristiche, analitiche e di imaging. Mentre il radar conquista nuove applicazioni, presentiamo qui un breve richiamo dei fondamenti di questa tecnologia.

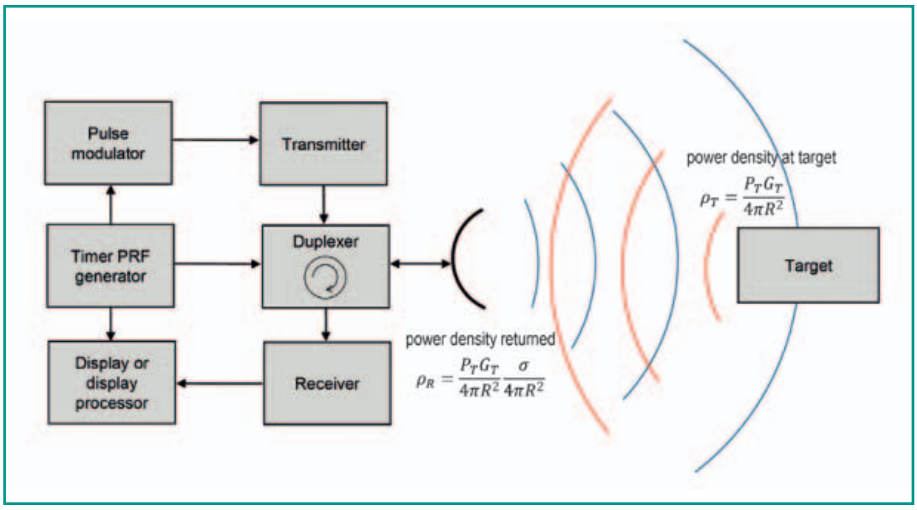


Fig. 1 – Esempio di un diagramma a blocchi di un sistema radar ad impulsi

Principio di funzionamento

La funzione essenziale di un radar è la capacità di raccogliere informazioni fisiche relative a uno o più bersagli: posizione, velocità, direzione, forma, identità o semplicemente presenza. Questo obiettivo si raggiunge elaborando le onde elettromagnetiche riflesse, nel caso dei radar primari, o trasmesse nel caso di radar secondari. Nella maggior parte delle realizzazioni pratiche, un segnale impulsato a radiofrequenza o a microonde viene generato dal sistema radar che investe con tale fascio il bersaglio in questione. La stessa antenna trasmette il segnale di stimolo e raccoglie i segnali riflessi. Il diagramma a blocchi semplificato di un sistema radar a impulsi è mostrato in figura 1. Il timer principale, o generatore PRF, è mostrato come blocco centrale del sistema. Tale generatore, collegato al modulatore degli impulsi, al duplexer (o al commutatore tra trasmissione e ricezione) e al processore dello schermo, gioca un ruolo importante per sincronizzare temporalmente tutti i componenti del sistema radar. Inoltre, il collegamento al ricevitore fornisce un segnale di riferimento per la protezione dello stadio d'ingresso (front-end) o per funzioni di controllo del guadagno temporizzate, come il controllo temporale della sensibilità (STC).

L'equazione fondamentale del radar

L'equazione fondamentale del radar esprime la distanza dal bersaglio e la lega alle variabili rilevanti per il funzionamento, costituendo una base per comprendere le misure da eseguire per garantire prestazioni ottimali. L'equazione può essere formulata in vari modi. L'equazione 1 mostra una forma dell'equazione che indica la massima distanza rilevabile in metri. Al fine di comprendere a fondo l'equazione e le ipotesi adottate, il lettore è incoraggiato ad approfondirne la sua derivazione[2].

(1)
$$R_{max} = \left(\frac{P_T G_T G_R \lambda^2 \sigma}{k T B_n F_n \left(\frac{S}{N}\right) (4\pi)^3} \right)^{1/4}$$

dove:
R = massima distanza in metri
P_T = potenza trasmessa in watt
G_T = guadagno dell'antenna trasmittente
G_R = guadagno dell'antenna ricevente
λ = lunghezza d'onda del segnale radar in metri
σ = sezione radar del bersaglio in metri quadrati
K = costante di Boltzmann
T = temperatura ambiente in Kelvin
B_n = banda di rumore del ricevitore in Hertz
F_n = figura di rumore
S/N = minimo rapporto segnale/rumore richiesto

La derivazione parte dall'analisi di un semplice modello sferico di propagazione di un radiatore isotropo, cioè di un'antenna puntiforme. Poiché i sistemi radar impiegano antenne direttive

HARWIN

Maggiore affidabilità

Minore ingombro

Nuovo sistema Screw Lock per una maggiore resistenza

- Gusci in metallo per il massimo scarico della trazione e schermatura RF
- Fino a 45% più piccoli e 75% più leggeri di un Micro-D
- Resiste a estremi di shock, vibrazioni e temperatura
- Eccellenti proprietà di out-gassing

gecko SL

www.harwin.com/gecko-sl

per focalizzare l'energia irradiata sul bersaglio, il guadagno dell'antenna viene definito come il rapporto tra la potenza diretta verso il bersaglio e la potenza irradiata da un' equivalente antenna isotropa. L'equazione tiene conto del guadagno direttivo dell'antenna con GT e GR, rispettivamente per trasmettitore e ricevitore. Se la stessa antenna è impiegata per trasmettere e ricevere, entrambi i termini possono essere sostituiti dallo stesso fattore G per semplicità.
Una frazione della densità di potenza trasmessa che colpisce il bersaglio sarà riflessa in varie direzioni e un po' di energia sarà irradiata indietro verso il sistema radar. La quantità di questa potenza irradiata indietro è una funzione della sezione radar del bersaglio (radar cross section o RCS). Questo parametro ha le unità di misura di una superficie ed è una misura delle dimensioni del bersaglio, come visto dal radar.
Una porzione del segnale riflesso dal bersaglio viene intercettata dall'antenna del radar. La potenza di questo segnale sarà pari alla densità di potenza riflessa moltiplicata per l'area efficace dell'antenna. Il fattore primario che limita il ricevitore è il rumore e il conseguente rapporto segnale/rumore (S/N). La potenza di rumore (limite teorico) all'ingresso del ricevitore è descritta come un rumore termico equivalente, detto anche rumore Johnson. Tale rumore è dovuto al moto casuale degli elettroni ed è proporzionale alla temperatura. La potenza di rumore all'uscita del ricevitore sarà sempre maggiore del rumore termico in ingresso. Ciò è dovuto al rumore aggiuntivo generato all'interno del ricevitore. Quindi, l'equazione 1 si fattorizza rispetto al rumore generato all'interno del ricevitore moltiplicando la potenza del rumore termico per il fattore Fn e per il guadagno del ricevitore.
L'equazione 1 descrive la massima distanza del bersaglio rilevabile dal radar in base alla potenza di trasmissione, al guadagno dell'antenna, alla sezione radar del bersaglio, alla figura di rumore del sistema, e al minimo rapporto segnale/rumore.
In realtà questo è un modello semplificato delle prestazioni del sistema. Esistono molti fattori che influenzano tali prestazioni, tra cui le deviazioni rispetto alle assunzioni fatte per derivare questa equazione. Due aspetti aggiuntivi da considerare sono le perdite nel sistema e l'integrazione dell'impulso che può essere applicata al segnale durante l'elaborazione. Le perdite sono dovute sia al cammino di trasmissione LT sia a quello di ricezione LR. In una classica applicazione di un radar a impulsi, si può assumere che molteplici impulsi vengano ricevuti da un certo bersaglio, per ogni posizione dell'antenna radar (dato che la larghezza del fascio dell'antenna possiede un'ampiezza non nulla, possiamo assumere che il radar si soffermi su ogni bersaglio per un certo periodo di tempo).
Quindi, tali impulsi possono essere integrati per migliorare le prestazioni del radar. Dato che questa integrazione può essere non ideale, viene impiegato il termine Ei(n) che esprime l'efficienza di integrazione, basato sul numero di impulsi sommati per descrivere il miglioramento. Includendo questi termini, l'equazione diventa:

(2) $$R = \left(\frac{P_T G_T G_R \lambda^2 \sigma E_i(n)}{kTB_n F_n (S/N)(4\pi)^3 L_T L_R}\right)^{1/4}$$

dove:
$E_i(n)$ = fattore di efficienza dell'integrazione
L_T = perdite nel cammino di trasmissione
L_R = perdite nel cammino di ricezione

Nel caso di antenne multiple, la distanza raggiungibile cresce proporzionalmente col numero di elementi, assumendo le stesse prestazioni per ogni elemento.

Dipendenze dell'equazione fondamentale

La potenza del segnale al ricevitore è direttamente proporzionale alla potenza trasmessa, al guadagno dell'antenna (o apertura) e alla sezione radar (cioè a quanto il bersaglio riflette il segnale radar).
Forse è più importante sottolineare che è inversamente proporzionale alla quarta potenza della distanza dal bersaglio. Data l'elevata attenuazione che si verifica durante la propagazione del segnale in andata e ritorno, è desiderabile operare a potenza elevata. Tuttavia, ottenere una potenza elevata non è facile a causa di problemi quali la dissipazione termica, la tensione di rottura dei dispositivi, le richieste di potenza dinamica, le dimensioni e il costo del sistema. Nel prossimo articolo vedremo le caratteristiche, le tecniche di compressione e di misura di segnali di radar ad impulsi.

Riferimenti

https://atap.google.com/soli/
http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-1386EN.pdf?id=2715324

Ordinamento degli strati di una scheda PCB: un aspetto importate ma spesso sottovalutato

Christopher E. Carlson
Senior field applications engineer
Altium

Mediante l'adozione di semplici misure è possibile evitare un ordinamento non corretto degli strati, uno degli errori più comuni che vengono fatti durante la fabbricazione di una scheda a circuito stampato

Anche se potrà sembrare strano, uno degli errori più comuni che vengono fatti nel processo di fabbricazione di una scheda PCB è il non corretto ordinamento degli strati (layer). Un errore di questo tipo, se non controllato, potrebbe provocare il fallimento dell'intero processo di assemblaggio della scheda. Essa potrebbe funzionare dal punto di vista della continuità elettrica e superare quindi una verifica di tipo elettrico. Nel caso di progetti in cui l'ordinamento dei piani verso lo strato di segnale (signal layer) e la prossimità degli strati sono aspetti importanti, si verificheranno malfunzionamenti durante l'assemblaggio funzionale finale. Al fine di garantire che il costruttore abbia le informazioni necessarie per ordinare in maniera corretta gli strati ed eseguire un'ispezione visiva dopo il processo, i dettagli dovrebbero essere ingegnerizzati direttamente nella geometria del rame. Per questo il progettista della scheda PCB dovrebbe assicurarsi di:

• usare uno schema di numerazione definito per identificare l'ordine degli strati;

• facilitare l'ispezione visiva dell'ordine degli strati mediante l'aggiunta di apposite strisce di impilamento (stacking stripe);

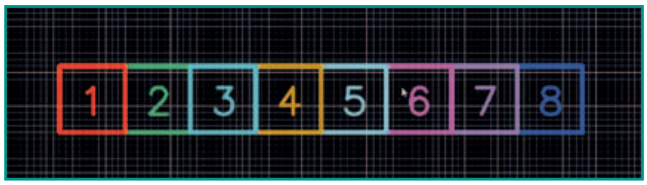


Fig. 1 – I numeri degli strati sono incisi nella geometria del rame per ogni strato

Fig. 2 – La rimozione della maschera di saldatura permette di effettuare l'ispezione visiva della numerazione degli strati

• consentire una verifica semplice dell'ampiezza e dello spesso del rame dopo la fase di incisione (etching) mettendo a disposizione piste di test (test trace).

Identificazione degli strati

La prima caratteristica che deve essere aggiunta al rame su ogni strato serve a identificare la disposizione dello strato stesso rispetto agli altri strati. Ciascuno riceve un numero, inciso direttamente sul rame, che identifica lo strato (Fig. 1). Questo numero indica la posizione dello strato all'interno dello stack-up (in pratica la "mappa" degli strati che compongono la scheda PCB). La numerazione degli strati dovrebbe essere integrata all'interno dell'area della scheda finita piuttosto che esternamente alla sagoma della scheda. I numeri degli strati possono essere posizionati all'interno di un riquadro di forma rettangolare per semplificarne l'identificazione. Al fine di facilitare la visualizzazione dei numeri che contrassegnano gli strati attraverso la scheda PCB finita mediante una sorgente luminosa utilizzata per l'ispezione posizionata dietro l'assemblaggio, è necessa-

rio rimuovere la serigrafia e le maschere di saldatura dall'area circostante i numeri degli strati (Fig. 2). I numeri degli strati forniranno l'indicazione che tutti gli strati sono presenti, oltre a indicare al costruttore a quale strato fa riferimento il disegno dell'artwork (ovvero il disegno esecutivo usato per produrre i circuiti stampati). I numeri degli strati non dovrebbero essere mai collegati agli elementi in rame, come piani di alimentazione o poligoni, su ciascun strato. Se necessario, piani di alimentazione e poligoni devono essere fatti "rientrare" in corrispondenza del punto in cui sono incisi i numeri degli strati, in modo da incrementare la spaziatura fino ad arrivare a una distanza di almeno 0,010" tra piano di alimentazione o poligono e numeri degli strati.

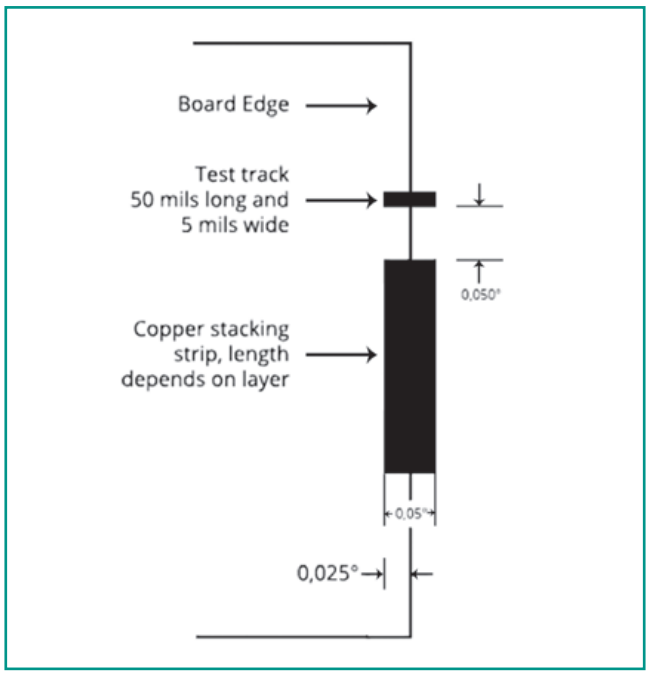


Fig. 3 – Vista laterale del bordo delle strisce di impilamento e delle piste di test

Strisce di impilamento

Il compito di queste strisce, posizionate sul bordo della scheda PCB, è semplificare l'ispezione visiva della disposizione degli strati. La geometria si estende oltre il bordo della scheda in modo che il rame risulti esposto nel momento in cui la scheda PCB viene ruotata dal pannello. Quando le strisce saranno posizionate sul bordo della scheda finita sarà visibile la corretta geometria dello stack-up. Le strisce avranno una larghezza di 50 mil e una lunghezza di 200 mil sullo strato 1, mentre la lunghezza sarà superiore di 100 mils per gli strati successivi.

Piste di test

Lo scopo delle piste di test (test trace) è verificare ampiezza e spessore del rame dopo la fase di incisione di ciascuno strato presente nello stack-up. Esse hanno dimensioni pari a 50 mil (lunghezza) e 5 mil (larghezza) e devono estendersi oltre il bordo della scheda, in modo che il rame risulti esposto nel momento in cui la scheda PCB è ruotata dal pannello. Con un microscopio per ispezione è possibile misurare la vista del bordo di una pista di test. Si tratta di una caratteristica di fondamentale importanza nei progetti con geometrie dove le impedenze rivestono un ruolo critico. Strisce di impilamento e piste di test non devono connettersi agli elementi in rame, come piani di alimentazione o poligoni, su ciascun strato. Esse devono essere fatte "rientrare" in modo da incrementare la spaziatura fino ad arrivare a una distanza di almeno 0,010" tra piano di alimentazione o poligono e strisce o piste di test. Nella figura 3 è riportata la vista laterale delle strisce di impilamento e delle piste di test, mentre la figura 4 evidenzia le dimensioni delle strisce di impilamento e delle piste di test tracciate sugli strati ricoperti dal film. Un ordinamento non corretto degli strati, anche se può portare al fallimento dell'intero processo di assemblaggio di una scheda PCB, è uno degli errori più comuni che vengono fatti durante la fabbricazione.

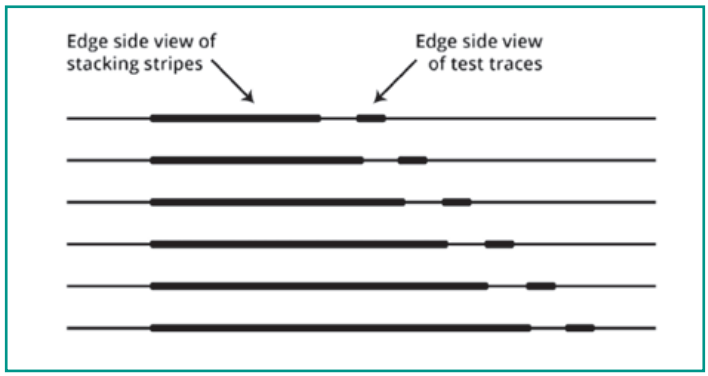
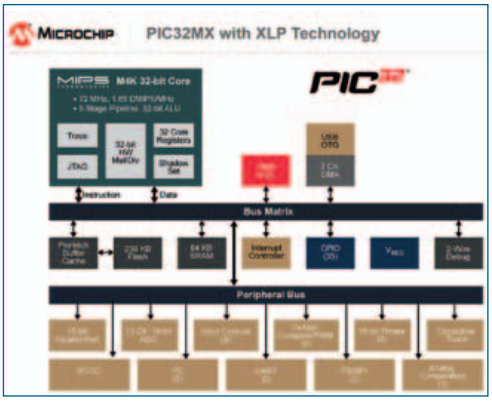


Fig. 4 – Dimensioni delle strisce di impilamento e piste di test tracciate sugli strati ricoperti dal film

Grazie alla numerazione degli strati e all'uso di apposite strisce di impilamento è possibile realizzare stack-up corretti. Tali elementi devono essere ingegnerizzati nell'assemblaggio della scheda PCB nelle prime fasi di progettazione, in modo da assicurare che il costruttore disponga di tutte le informazioni richieste. Inoltre, è necessario tenere in considerazione lo spazio disponibile e i vincoli di natura elettrica durante la pianificazione del layout della scheda PCB. L'adozione di queste misure nelle fasi iniziali del processo permette di minimizzare i rischi di insuccesso nelle fasi di assemblaggio finali.

Microcontroller a 32 bit

Microchip ha presentato due famiglie di microcontroller (MCU) a 32 bit caratterizzate dalla disponibilità di una gamma completa di interfacce per connettività, elevate performance e un sistema di sicurezza hardware-based. Le due famiglie, siglate rispettivamente SAM D5x e SAM E5x, utilizzano processori ARM Cortex-M4 e una Floating Point Unit (FPU). Le frequenze di clock raggiungono i 120 MHz e i controller hanno fino a 1 MB di memoria Flash dual-panel con Error Correction Code (ECC). Inoltre, queste famiglie possono implementare fino a 256 KB di SRAM con ECC, caratteristica che le rende particolarmente interessanti per applicazioni mission-critical come per esempio dispositivi medicali o sistemi server. Entrambe le Famiglie includono una Quad Serial Peripheral Interface (QSPI). I dispositivi SAM D5/E5 sono caratterizzati anche da un Secure Digital Host Controller (SDHC) per data logging, un Peripheral Touch Controller (PTC) per capacità tattili capacitive. La famiglia SAM E5 include anche due porte CAN-FD e un 10/100Mbps Ethernet Media Access Controller (MAC) con supporto IEEE 1588, rendendola interessante per applicazioni di Industrial Automation, Connected Home e IoT.

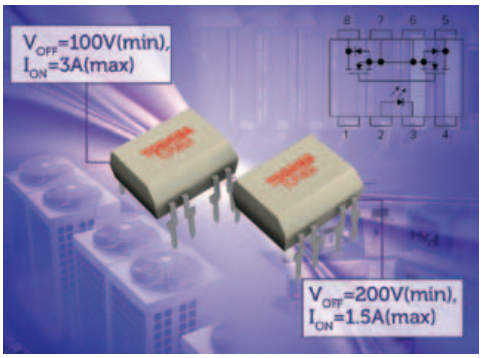


Connettore per le applicazioni con spazio ridotto

Amphenol Socapex ha sviluppato il nuovo connettore 38999 Reduced Flange per le esigenze dei mercati militare e avionico. Il nuovo connettore, infatti, è particolarmente adatto per applicazioni come veicoli corazzati, apparecchiature di acquisizione dati, aeroplani, elicotteri, calcolatori per avionica, missili e droni, dove le prestazioni elettriche e la miniaturizzazione sono essenziali. 38999 Reduced Flange è più piccolo e leggero di un connettore MIL-DTL-38999 III, con identiche prestazioni. Il suo design riduce infatti la superficie d´ingombro del 41% ed è, inoltre, il 20% più leggero di un connettore MIL-DTL-38999 Serie III standard. 38999 Reduced Flange è derivato dal MIL-DTL-38999 Serie III e quindi è dotato degli stessi inserti ed è compatibile pin and plug. Il connettore è disponibile in numerose versioni differenti realizzate con vari materiali e trattamenti superficiali come cadmio, zinco nichel nero, nichel, eccetera. Il connettore Reduced Flange è disponibile in tre versioni: per crimpatura, per montaggio su circuito stampato e stand-off per rispondere alle esigenze di diversi tipi di applicazioni.

Fotorelé in package DIP8

Toshiba Electronics Europe (TEE) ha annunciato l'inizio delle consegne di due nuovi fotorelé a corrente elevata che sostituiscono i relé meccanici. Questi due componenti a tensione intermedia sono siglati rispettivamente TLP3823 e TLP3825. Il primo è un componente da 100V e corrente di pilotaggio di 3A, mentre il secondo è da 200V con una corrente di pilotaggio di 1,5A. Entrambi i dispositivi offrono una tensione di isolamento di 2500 Vrms e bassi valori di resistenza di on (TLP3823 60 mΩ tipici, TLP3825 250 mΩ tipici) mentre la corrente di attivazione richiesta è inferiore a 5 mA. Toshiba utilizza, per i suoi fotorelè, la struttura MOSFET trench e la tecnologia UMOS di ottava generazione che permettono di ottenere correnti di uscita maggiori di 1A. I nuovi fotorelé possono essere usati per diverse applicazioni fra cui dispositivi industriali, inverter, apparecchi HVAC, per l'automazione degli edifici, per il test sui semiconduttori e altri.



ITALIA 4.0

TECNOLOGIE PER LO SMART MANUFACTURING

La tecn

www.italia40-plus.it

RIVISTA

In uscita a dicembre, sia in forma cartacea sia digitale, ha l'ambizione di essere un osservatorio privilegiato per fare il punto sull'anno che si sta per concludere ed analizzare i trend che caratterizzeranno il prossimo futuro.

nologia che si fa Sistema

NEWSLETTER

Ogni ultima domenica del mese è l'appuntamento fisso per tutti gli operatori del settore per essere aggiornati sulle evoluzioni normative e fiscali, gli scenari di mercato e le tecnologie abilitanti

SITO

Il canale digitale è arricchito quotidianamente dalle notizie pubblicate su tutti i nostri portali oltre che da articoli ad hoc: scenari di mercato, finanziamenti e normative, tecnologie abilitanti, faccia a faccia con i protagonisti.

Per maggiori infomazioni: marketing@fieramilanomedia.it

FIERA MILANO MEDIA

Connettori certificati REACH e QPL

Esterline Connection Technologies-Souriau ha ottenuto la conformità alla normativa REACH e la certificazione da parte della US Defense Logistics Agency. I connettori MIL-DTL-38999 Series III possono funzionare infatti a temperature comprese tra -65 e + 200°C e hanno una chiusura ad avvitamento che garantisce una elevata resistenza alle vibrazioni. Sono disponibili con nove varianti di formato del guscio e 54 layout QPL per il segnale, l'alimentazione e la trasmissione di dati ad alta velocità. I connettori che compongono questa ampia gamma di prodotti sono impiegati su velivoli civili e militari. I connettori MIL-DTL-38999 Series III di Souriau sono certificati QPL da oltre 20 anni. La nuova versione zinco-nichel conforme al REACH è completamente sostituibile, intercambiabile e quindi completamente retrocompatibile con le versioni al cadmio già presenti sul mercato. L'azienda ha dichiarato di avere l'intenzione di certificare la serie secondo lo standard EN 3645 che è attualmente in fase di sviluppo.

Nuove opzioni per Signal Analyzer/Spectrum Analyzer

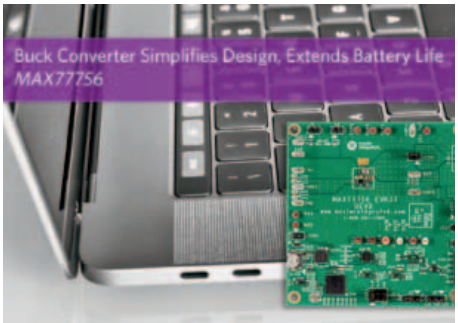
Anritsu ha presentato due nuove opzioni per il suo Signal Analyzer/Spectrum Analyzer MS2850A per il trasferimento ad alta velocità dei dati sulle forme d'onda acquisite verso un computer esterno per post processing e l'analisi. Queste nuove opzioni espandono ulteriormente le capacità dell'analizzatore MS2850A e permettono di soddisfare le esigenze delle emergenti reti wireless, tra cui quelle 5G. Si tratta infatti di una soluzione conveniente per verificare i progetti di terminali 5G, comunicazioni satellitari, apparecchiature per comunicazioni wireless, e sistemi di comunicazione wireless broadband. L'opzione MS2850A-053 comprende un connettore PCIe Gen2 x8 per supportare le interfacce PCIe esterne ad alta velocità, mentre l'opzione MS2850A-054 utilizza un connettore type-B per l'analisi di trasferimento dati ad alta velocità dalle interfacce esterne USB via USB3.0. Entrambe consentono velocità di trasferimento dati fino a 100 volte più veloci delle porte Ethernet convenzionali, riducendo il tempo di attesa nel trasferimento dati.

Soluzione integrata di progettazione e verifica memorie

Cadence Design Systems ha annunciato Cadence Legato Memory Solution, una soluzione integrata per la progettazione e la verifica della memoria che evita le complessità legate all'esigenza di dover combinare tool specifici dedicati alle varie attività di progettazione e verifica. Cadence sottolinea che questa nuova soluzione permette di migliorare la produttività fino a due volte rispetto ai prodotti disponibili in precedenza. L'ambiente di progettazione Cadence Legato Memory Solution automatizza i processi di progettazione e consente ai clienti di ottenere un migliore time-to-market. La soluzione integra la tecnologia Super Sweep Cadence che utilizza i database di simulazione esistenti per l'analisi multi-corner e Monte Carlo, consentendo ai clienti di migliorare sia il tempo di esecuzione sia il throughput di simulazione. Le funzionalità integrate permettono ai clienti, fra l'altro, di creare modelli di memoria in formato Liberty per l'analisi completa del chip SoC. La stretta integrazione tra la caratterizzazione della memoria e la simulazione del circuito garantisce ulteriore precisione e miglioramenti delle prestazioni che non possono essere raggiunti da strumenti singoli, non integrati tra di loro.

Convertitore per dispositivi USB Type-C

MAX77756 è il nuovo convertitore step-down da 24V e 500mA a bassissima corrente di quiescenza realizzato da **Maxim Integrated**. Questo componente permette di semplificare la progettazione di soluzioni USB Type-C multicella che necessitano di correnti più alte, doppio ingresso e supporto I^2C. Per le principali caratteristiche, il nuovo convertitore offre una corrente di quiescenza di1,5 µA in buck e 20 µA in MUX per il funzionamento 'always-on' e un'efficienza fino al 92% con MUX di alimentazione integrato. MAX77756 permette di risparmiare spazio sulla scheda e ridurre la caduta di tensione in serie perché integra i FET, eliminando la necessità di utilizzare diodi Schottky esterni. Questo nuovo convertitore di Maxim è dotato inoltre di protezioni contro il cortocircuito e il surriscaldamento, una funzione interna per il soft-start (8 ms) per minimizzare la corrente di spunto e una architettura di controllo current-mode; può inoltre tollerare una tensione d'ingresso fino a 26V.



EO elettronica OGGI

Medical

FIERA MILANO MEDIA

IMPLEMENTAZIONE DELLE FUNZIONALITÀ DI SICUREZZA NEGLI APPARECCHI MEDICALI CONNESSI A IoT

IN QUESTO NUMERO

III Mercati/Attualità
- Da Thk una sedia intelligente che misura le condizioni di salute
- U-blox: tecnologie per aiutare ad abbattere le barriere
- L'healthcare favorisce la crescita del mercato dei sensori IoT

V Simulazione multifisica per migliorare prestazioni e sicurezza dei dispositivi medici impiantabili

X Implementazione delle funzionalità di sicurezza negli apparecchi medicali connessi a IoT

XIV Progetto di un sensore ottico da integrare in un braccialetto "indossabile"

XVIII App per la salute, il fitness e il wellness

XXII Healthcare: una soluzione di connettività a basso consumo affidabile e sicura

XXVI News
- Regolatore inverter µModule per applicazioni medicali
- Alimentatori per applicazioni medicali di XP Power
- Le soluzioni di ams per l'interfacciamento dei sensori

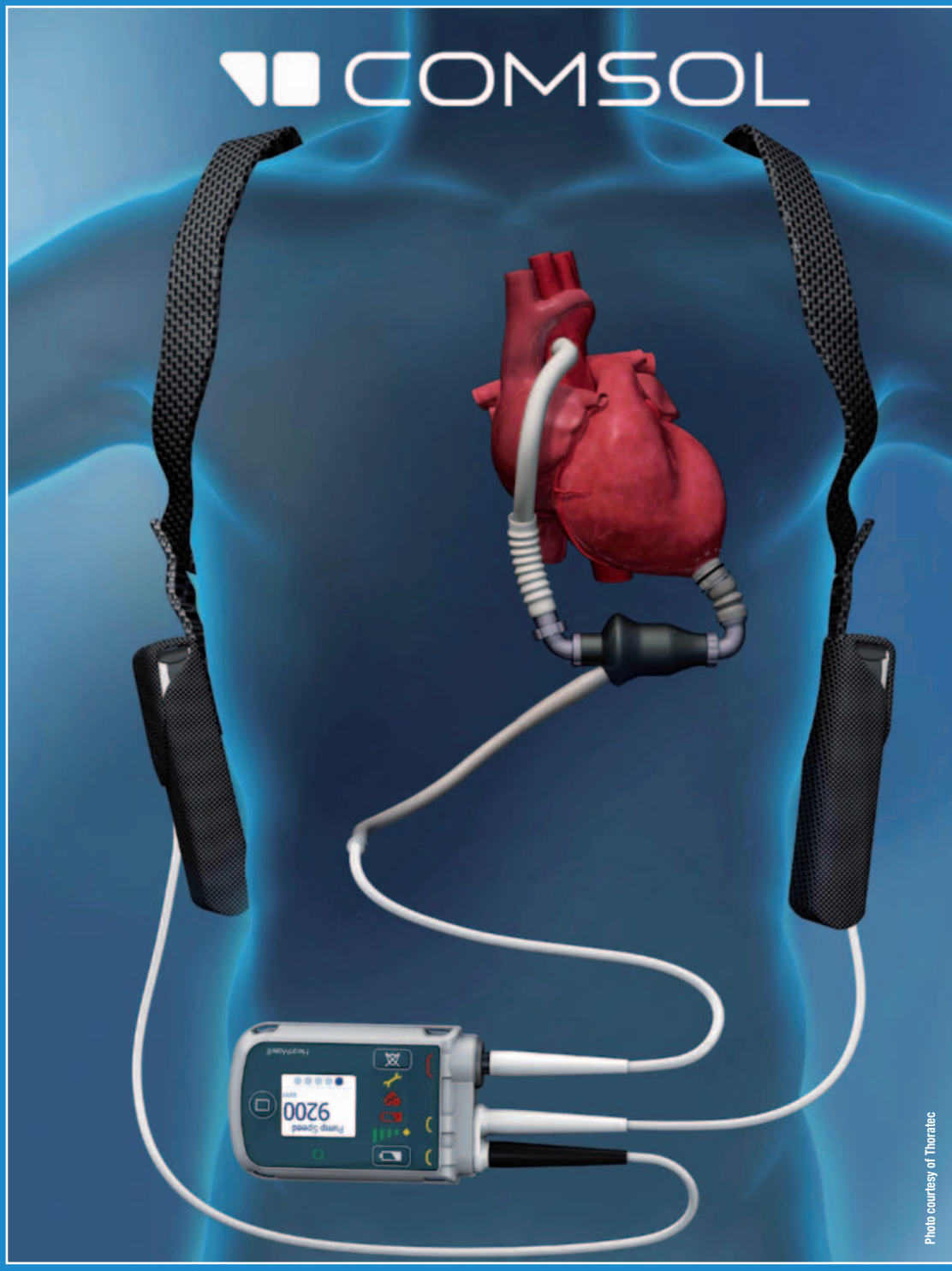
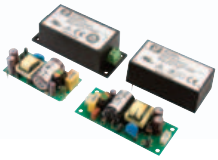


Photo courtesy of Thoratec

Alimentatore Medicale
rendi facile la scelta

XP Power si impegna ad aiutare i cliente nella ricerca della corretta soluzione power per qualsiasi applicazione medicale. La nostra vasta gamma di prodotti AC & DC dispongono di alta affidabilitá e sono progettati con dimensioni e prezzi in modo da soddisfare qualsiasi esigenza

Alimentatori Open-frame
- Da 15 a 350 Watts
- Design più piccolo al mondo
- Certificazione Medicale



AC-DC PCB Mount
- Da 5 a 30 Watts
- High power density
- Certificazione Medicale

Alimentatori Esterni
- Da 6 a 250 Watts
- Efficienza energetica level VI
- Certificazione Medicale

Alimentatori Enclosed
- Da 25 a 3000 Watts
- Design ad alta efficienza
- Certificazione Medicale

Convertitori DC-DC
- Da 1 a 20 Watts
- Through-hole & SMD
- Certificazione Medicale

DC-DC High Voltage
- Da 0 a 10 kV
- Regolati & proporzionali
- Uscita singola & doppia

Regolatori Switching
- Modelli 0.5 & 1 Amp
- Wide input range
- Alta efficienza - fino al 97%

Alimentatori Configurabili
- Da 250 a 2500 Watt
- Da 1 a 20 uscite
- Certificazione Medicale

XP Power

www.xppower.com/it

XP Power Srl, Via G.B.Piranesi, 25, 20137 Milano. Tel : +39 02 70103517

POWERING THE WORLD'S CRITICAL SYSTEMS

TeraRecon ha acquisito McCoy Medical Technologies

TeraRecon, azienda specializzata nella visualizzazione avanzata e soluzioni di medical imaging, ha annunciato l'acquisizione di **McCoy Medical Technologies**. Da questa operazione è nata una nuova azienda, inizialmente chiamata **WIA Corporation**, per offrire un accesso semplificato agli algoritmi di intelligenza artificiale, con particolare attenzione all'integrazione, che permette di connettere il lavoro di singoli utenti finali, ricercatori di machine learning, organizzazioni open source e aziende di diagnostica per immagini.

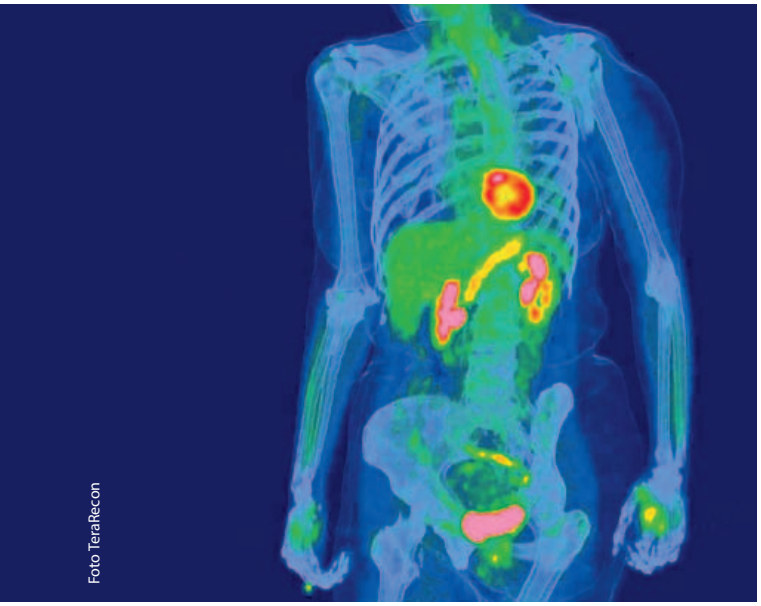


Foto TeraRecon

I prodotti della nuova azienda comprendono una piattaforma di sviluppo e un'interfaccia API vendor neutral per gli integratori. La piattaforma di McCoy permette agli utenti, ovunque si trovino, di accedere facilmente agli algoritmi cloud-based.
Come previsto dalla transazione, la nuova azienda mantiene l'advisory board di McCoy Medical, compresi i tre esperti Dr. Eliot Siegel, Dr. Paul Chang e Dr. Khan Siddiqui.

Le previsioni per il mercato dei sensori medicali monouso connessi

Il mercato dei sensori monouso connessi dovrebbe crescere con un CAGR del 30% nel periodo compreso fra il 2016 e il 2022. A sostenerlo è un report di **ABI Research**, che stima in 3,5 milioni la crescita annuale delle consegne di questo tipo di prodotti entro il 2022. ABI Research stima inoltre che entro il 2023 saranno consegnati 15 milioni di sensori monouso connessi. I prodotti monouso offrono diversi vantaggi nel settore medicale, compresa l'eliminazione della necessità di sterilizzare nuovamente i dispositivi.
Questo tipo di sensori può essere utilizzato per applicazioni, come per esempio la misurazione di temperatura, il battito cardiaco e l'ossigenazione del sangue, ma anche il rilevamento dei movimenti dei pazienti sottoposti a interventi chirurgici ortopedici. Le funzioni di connettività permettono la raccolta automatica dei dati, riducendo i costi e i tempi rispetto alle misurazioni effettuate dal personale specializzato.
Diverse aziende stanno sviluppando questo tipo di sensori, anche se con approcci spesso molto diversi su aspetti come formati e tecnologie. Anche dal punto di vista delle tecnologie per la connettività, i produttori stanno valutando diverse alternative, come Bluetooth e NFC, ma anche soluzioni proprietarie. Molte aziende hanno infatti capito che un utilizzo diffuso di sensori monouso connessi offre molte opportunità e che il periodo compreso tra oggi e il 2022 sarà cruciale per sviluppare le posizioni chiave di questo mercato emergente.

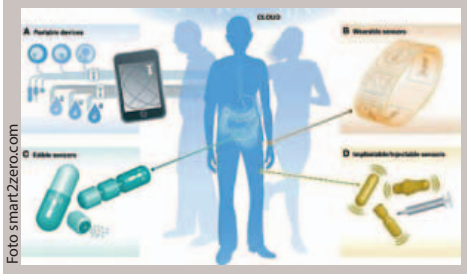


Foto smart2zero.com

L'healthcare favorisce la crescita del mercato dei sensori IoT

Transparency Market Research (TMR) in una recente ricerca ha sottolineato che il mercato globale per i sensori IoT si prevede che crescerà con un CAGR del 24,5% nel periodo compreso fra il 2015 e il 2023. Nel 2014, il mercato ha raggiunto di 4,9 miliardi di dollari per la crescita e si stima che arriverà a 34,75 miliardi di dollari entro la fine del 2023.
Il segmento dominante, secondo i dati, è quello dell'elettronica di consumo, ma la crescita della domanda di sensori IoT è favorita anche dall'industria dell'healthcare. Il mercato dei sensori IoT a livello globale, infatti, dovrebbe avere un sensibile sviluppo nei prossimi anni, grazie alla crescita dei mercati di prodotti come gli smart device e i wearable. La crescente domanda di sensori di IoT per applicazioni di tipo real time dovrebbe essere ulteriormente favorita da fattori come il rapido sviluppo delle infrastrutture sanitarie in tutto il mondo.

Fresenius sceglie Eurotech

Fresenius Medical Care ha scelto i Gateway IoT, il software framework ESF e la piattaforma di integrazione Everyware Cloud di **Eurotech** per una soluzione IoT destinata al supporto dei suoi dispositivi medici. Il risultato ottenuto è una soluzione che consente di offrire servizi tecnici sui dispositivi medici di Fresenius Medical Care installati in cliniche di dialisi di tutto il mondo. Everyware Cloud, la piattaforma d'integrazione IoT/M2M, si interfaccia facilmente con le esistenti infrastrutture IT aziendali, offrendo un semplice accesso, tramite API standard, sia ai dati in tempo reale provenienti dai dispositivi sia a quelli storici. Questa piattaforma di integrazione IoT consente inoltre anche un'efficace gestione dei dispositivi remoti, in aggiunta alle funzionalità inerenti il ciclo di vita del dispositivo, che garantiscono una gestione regolare dei dispositivi distribuiti sul campo.

I prodotti di Kontron per il settore medicale

Kontron ha recentemente annunciato una serie di prodotti destinati alle applicazioni medicali e industriali. Una di queste è la serie ZINC19 rackmount, disponibile in versioni da 2U e 4U, che può essere configurata con i microprocessori Intel Core o XEON di sesta generazione. La disponibilità opzionale di schede grafiche ad alte prestazioni permette di soddisfare le esigenze delle applicazioni di image processing. Il sistema supporta fino a un massimo di 64 Gyte di memoria e dispone di 5 slot PCIe e due slot PCI.

La workstation HPW 410, sempre destinata ad applicazioni medicali e industriali, è un sistema di elaborazione ad alte prestazioni che può supportare fino a tre schede GPGPU, possibilità che ne permette l'impiego per l'elaborazione delle immagini in campo medico. Il sistema può gestire facilmente applicazioni CPU-intensive e grandi quantità di dati, grazie all'impiego di due processori Xeon. Kontron ha presentato anche prodotti per la connettività, come per esempio lo switch rugged Ethernet RES2404-PTP. Ospitato da uno chassis da 1U per rack da 19", è associato a due moduli Ethernet, siglati rispettivamente ESC1600-PTP e ESC2404-PTP, caratterizzati da una elevata scalabilità e da funzionalità che permettono di ridurre i costi di sviluppo. Entrambi i moduli supportano lo standard IEEE 1588v2 PTP.

U-blox: tecnologie per aiutare ad abbattere le barriere

WHILL KK., azienda giapponese specializzata in prodotti per la mobility, ha recentemente presentato un nuovo veicolo per la mobilità personale delle persone disabili, dotato di connettività cloud realizzata tramite un model 3G cellulare di **u-blox**. Il modulo 3G permette la connettività UMTS/HSPA e GPRS/EDGE e semplifica anche l'implementazione di un ricevitore GNSS come il MAX-7C. Il veicolo WHILL Model C utilizza due motori elettrici e può essere utilizzato sia indoor sia outdoor.

Da THK una sedia intelligente che misura le condizioni di salute

THK ha realizzato il prototipo Smart Sensing Chair progettato con un sistema intelligente in grado di analizzare la salute di una persona e le condizioni dell'ambiente circostante. I sensori sono integrati direttamente nella sedia e misurano parametri come la frequenza respiratoria, quella cardiaca, i livelli di stress e le condizioni dell'aria circostante. Queste informazioni sono visualizzate su un monitor. Il prototipo è realizzato in materiale acrilico trasparente e sotto la seduta è posizionata la scheda con il microcomputer che elabora i dati dei sensori. I dati possono comunque essere salvati e analizzati in ambiente cloud.

Sarah Fields • COMSOL

Simulazione multifisica **per migliorare prestazioni e sicurezza** dei dispositivi medici impiantabili

Al St. Jude Medical vengono sviluppati dispositivi di assistenza ventricolare per migliorare le condizioni di vita dei pazienti affetti da insufficienza cardiaca. La simulazione numerica viene utilizzata durante il processo di progettazione di questi dispositivi per analizzare diversi aspetti concomitanti del progetto, dai fenomeni termici e fluidodinamici al trasferimento di energia

Lo sviluppo di un dispositivo pensato per assistere o sostituire completamente il funzionamento del cuore è innegabilmente complesso. Questo processo di progettazione comporta sfide immense, dal fornire energia elettrica al dispositivo al verificare che esso non interferisca con il normale funzionamento biologico. I ricercatori del St Jude Medical usano la simulazione multifisica per costruire LVAD, dispositivi di assistenza ventricolare sinistra, con l'obiettivo costante di migliorare la prospettiva e la qualità di vita di pazienti con insufficienza cardiaca.

Il disturbo si manifesta tipicamente nella cavità sinistra del cuore, perché il ventricolo sinistro è responsabile del pompaggio di sangue ricco di ossigeno in tutto il corpo, quindi a una distanza maggiore rispetto al ventricolo destro, che pompa sangue nei polmoni. Spesso, nei casi di pazienti con ventricolo sinistro malfunzionante la circolazione meccanica può essere supportata da un LVAD (Fig. 1).

Un dispositivo di assistenza ventricolare è la macchina più complessa mai impiantata in un essere umano. Un LVAD non ha solo la funzione di far circolare il flusso di sangue in tutto il corpo e tenere in vita il paziente, ma deve anche essere compatibile con l'ambiente biologico del corpo umano. Thoratec, ora parte di St. Jude Medical, ha diffuso sul mercato i LVAD nel 2010, dopo anni di esperimenti clinici.

> "Uso COMSOL Multiphysics come si usavano le calcolatrici tascabili in passato. Alcuni modelli non sono troppo complicati. Riesco a costruirne uno in un paio d'ore, poi lo lancio e ottengo una risposta. Altri sono abbastanza complessi e includono modelli CAD con molti dettagli. Devo lavorare con alcuni modelli complessi per mesi prima di ricavare tutte le informazioni che mi servono."
>
> *Freddy Hansen, PhD, Sr. R&D Engineer, St. Jude Medical*

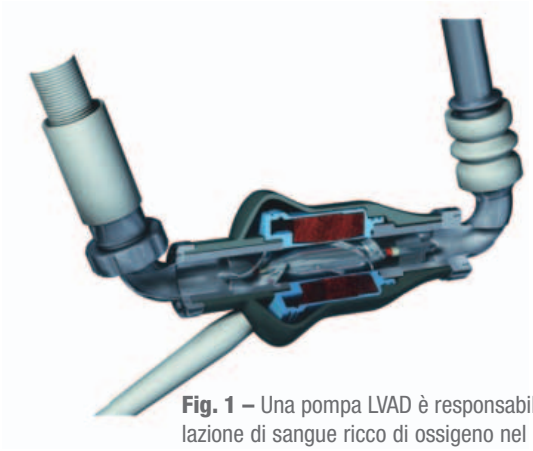


Fig. 1 – Una pompa LVAD è responsabile della circolazione di sangue ricco di ossigeno nel corpo. Immagine gentilmente concessa da St. Jude Medical

Progettare una pompa potente, efficiente ed emocompatibile

La progettazione di un LVAD deve tenere in considerazione molti fattori. Il dispositivo deve essere sufficientemente piccolo per essere collegato al cuore, essere realizzato in materiali compatibili e avere una geometria che gli permetta di risiedere all'interno del corpo senza essere rigettato. È inoltre necessario analizzare anche altri aspetti, quali fenomeni termici, la fluidodinamica del sistema e le modalità di alimentazione. Dal momento che è necessario considerare molteplici effetti fisici in ogni stadio di sviluppo del prodotto, la simulazione multifisica è fondamentale per il processo di progettazione.

Freddy Hansen, Sr. R&D engineer presso St. Jude Medical, sfrutta la propria esperienza nell'ambito della modellazione fisica e matematica per analizzare il sistema prima di effettuare studi sperimentali.

Hansen ha iniziato a usare il software COMSOL Multiphysics nel 2011 e da allora ha creato più di 230 modelli, che rispondono a un'ampia gamma di sfide progettuali, tutte relative a un unico ambito, quello dei dispositivi di pompaggio artificiali.
Per ogni nuova generazione di LVAD introdotta sul mercato, sono stati apportati perfezionamenti che hanno contribuito a migliorare la sicurezza e la qualità di vita del paziente. Le ricerche in ambito R&D in St. Jude Medical si concentrano sul miglioramento di biocompatibilità, emocompatibilità e immunocompatibilità del dispositivo, in modo che questo non provochi una risposta immunitaria contraria né interferisca con altri apparati. La simulazione numerica è fondamentale per includere queste considerazioni nel progetto finale.
Geometria e dimensioni rivestono un ruolo importante per l'efficacia complessiva del dispositivo. Per impiantare un LVAD, il chirurgo collega un'estremità del dispositivo al ventricolo sinistro e l'altra all'aorta ascendente (Fig. 2). Minori sono le dimensioni del dispositivo, minore è l'ingombro; e quindi è meno probabile che questo interferisca con il tessuto o con gli organi circostanti. La simulazione consente di valutare le variazioni di dimensione o di geometria del progetto della pompa ventricolare sinistra prima che questa venga impiantata in un prototipo fisico.

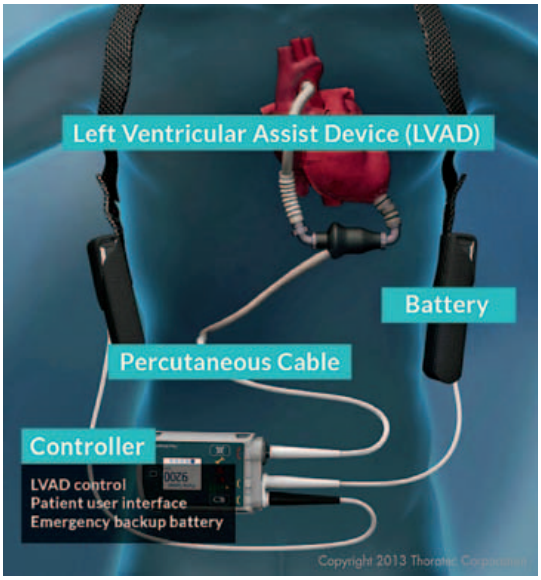


Fig. 2 – Equipaggiamento esterno di un LVAD. Immagine gentilmente concessa da St. Jude Medical

Ottimizzare il progetto di un LVAD per favorirne la biocompatibilità

Per lo sviluppo della pompa centrifuga dell'LVAD sono state necessarie numerose simulazioni. Una sfida associata alla realizzazione di questi dispositivi è quella di prevenire la formazione di coaguli in qualunque punto all'interno della pompa o intorno a essa. Per risolvere questo problema, è stato sviluppato un rotore a levitazione magnetica, che ha eliminato la necessità di introdurre cuscinetti a sfera e altri componenti la cui geometria potrebbe favorire la coagulazione. Hansen ha usato la tecnologia di modellazione Rotating Machinery disponibile in COMSOL Multiphysics per modellare sia il rotore a levitazione magnetica sia il flusso turbolento.

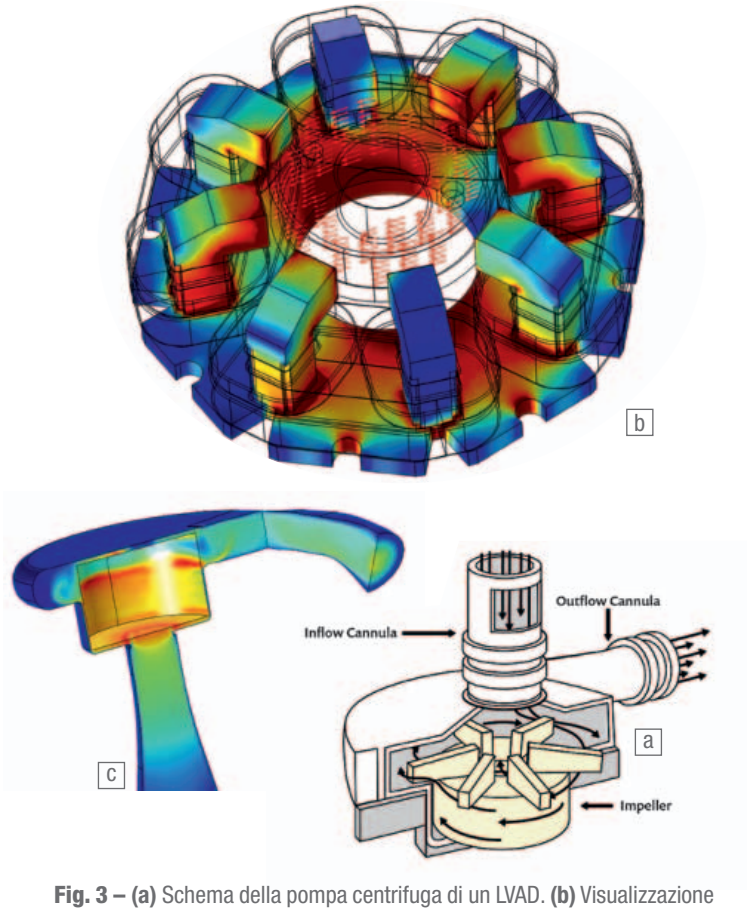


Fig. 3 – (a) Schema della pompa centrifuga di un LVAD. **(b)** Visualizzazione del rotore a levitazione magnetica, che elimina la necessità di cuscinetti a sfera e altri componenti le cui geometrie potrebbero favorire la formazione di coaguli. Qui vengono mostrate la magnitudo e la direzione del campo magnetico nel rotore, ma anche la magnitudo del campo magnetico nello statore. **(c)** Simulazione fluidodinamica 3D che rappresenta la velocità del fluido nella pompa

Un magnete permanente nel rotore della pompa viene azionato da 12 bobine situate nello statore. Le bobine esercitano una coppia sul rotore, oltre a esercitare un controllo attivo della posizione dell'asse del rotore. La posizione verticale – o levitazione – del rotore è determinata dal campo magnetico e non necessita di controllo attivo. Il rotore riceve sangue assialmente e lo ridiriziona radialmente, nelle volute, o nel collettore di fluido (Fig. 3). Una parte del sangue rifluisce intorno ai bordi esterni e fluisce nuovamente nell'inlet del rotore e ciò

permette di evitare la stagnazione del sangue e la formazione di coaguli.
Un altro miglioramento significativo è stato introdotto con lo sviluppo di un sistema di pompaggio a flusso pulsatile invece che continuo, che simula il funzionamento di un cuore fisiologico. Il flusso pulsatile previene i coaguli e si ritiene abbia anche un effetto positivo sui vasi sanguigni di tutto il corpo.

Fornire corrente senza cavi a un LVAD totalmente impiantabile

Attualmente, i dispositivi LVAD richiedono un trasferimento di corrente dalle batterie, che si trovano in un dispositivo di controllo extracorporeo, alla pompa, per esempio tramite un cavo realizzato con materiali progettati per essere biocompatibili. Ma se si potesse eliminare il cavo?
Hansen ha studiato la possibilità di trasferire energia tramite un accoppiamento di risonanza magnetica. Questo accoppiamento si verifica quando due oggetti che hanno una frequenza di risonanza pressoché uguale si scambiano energia tramite i propri campi magnetici oscillanti. In questo modo, l'energia può essere trasferita da una sorgente a un altro dispositivo persino attraverso un mezzo biologico, come un tessuto organico.
Un LVAD totalmente impiantabile (FILVAS) contribuirebbe a ridurre il rischio di infezione e migliorerebbe la qualità di vita del paziente, dal momento che, con questo sistema, non sarebbe necessario preoccuparsi della gestione del cavo. In questo modo, per esempio, il paziente potrebbe fare la doccia o nuotare senza problemi.
Per valutare la possibilità di effettuare un trasferimento di energia wireless a un LVAD e determinare come l'energia possa essere trasferita attraverso bobine di dimensioni ragionevoli, Hansen ha accoppiato la simulazione al modello di un campo magnetico 3D e a un modello 0D di un circuito elettrico, per determinare il rendimento effettivo e la perdita di potenza, ma anche il progetto ottimale del circuito e i valori dei componenti.
Ha inoltre usato COMSOL per valutare diversi materiali utilizzabili per la realizzazione di componenti importanti, come le spire delle bobine del trasformatore, e per considerare l'eventuale disallineamento o gli spostamenti delle bobine dovuti a movimenti del paziente, come camminare, correre e altro, e l'eventuale presenza di oggetti magnetici o metallici nelle vicinanze. Hansen ha anche usato COMSOL per assicurarsi che la temperatura corporea e le funzioni biologiche non fossero condizionate dall'impianto.
Per prevedere in modo accurato gli effetti del flusso di calore emesso da un dispositivo, è necessario conoscere o individuare le proprietà termiche del tessuto biologico. Hansen ha usato il software COMSOL per simulare un famoso esperimento realizzato alla Cleveland Clinic(1), con il quale è stato analizzato il trasferimento di calore da un dispositivo impiantabile attraverso un tessuto. Hansen ha usato uno sweep parametrico in COMSOL per valutare la temperatura nel tessuto (Fig. 4) per una serie di valori di conducibilità termica.

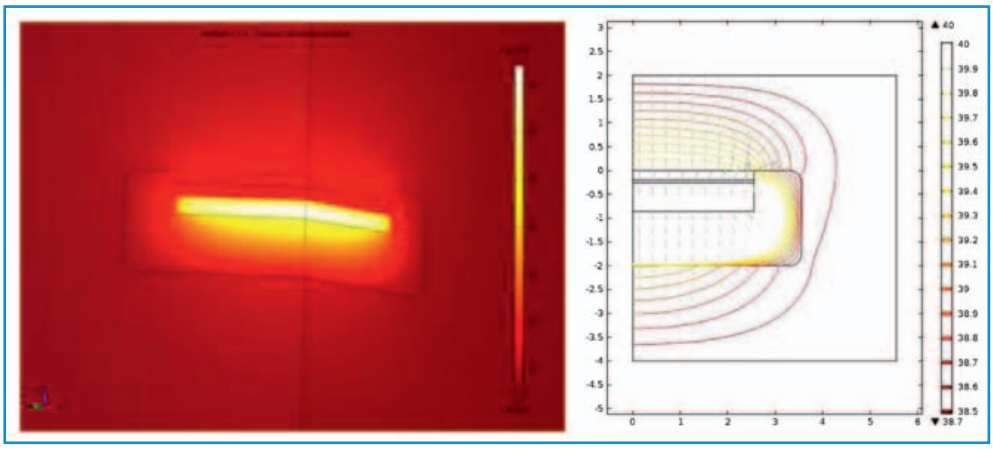


Fig. 4 – Distribuzione della temperatura nel dispositivo e tessuto muscolare modellato in COMSOL Multiphysics

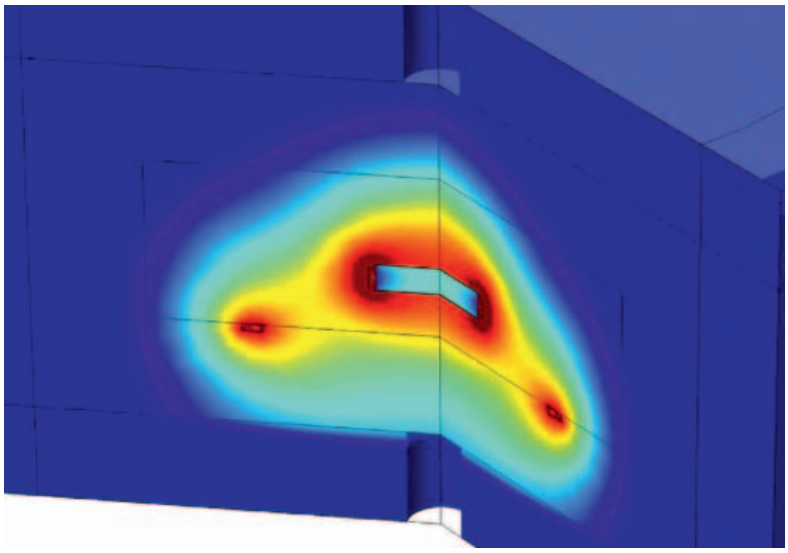


Fig. 5 – Progetto iniziale di un 'sistema LVAD totalmente impiantabile'. Il modello del campo magnetico e del trasferimento di calore mostra la densità di potenza [W/m^3]

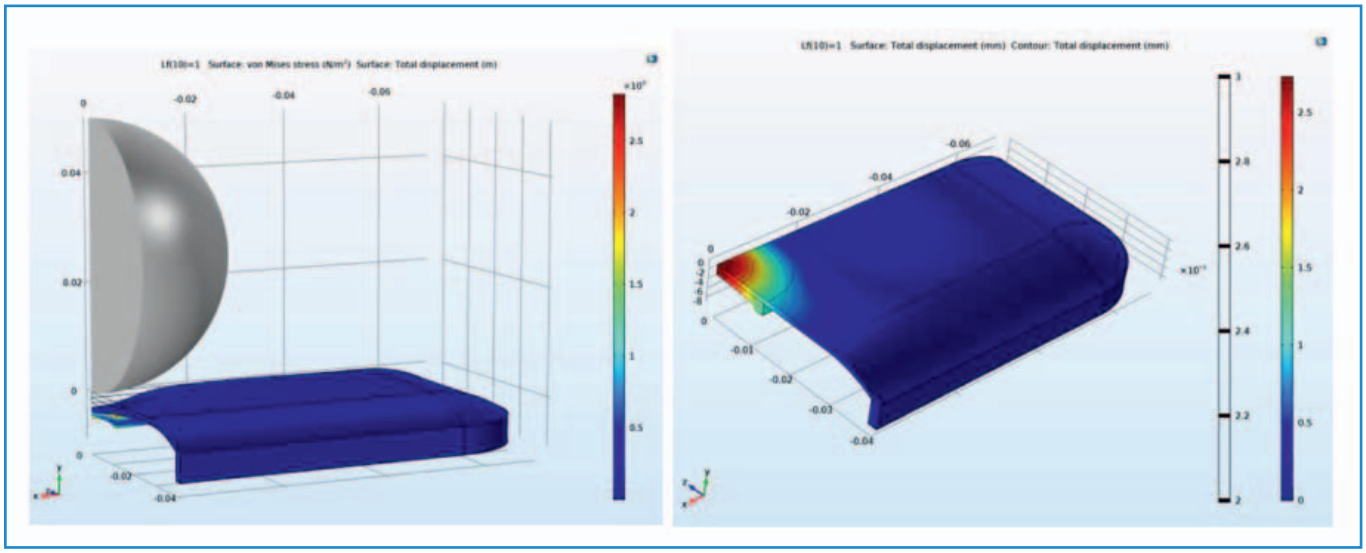


Fig. 6 – Impatto di una sfera di acciaio sul controller del LVAD, simulato per valutare la resilienza del controller (sinistra). Visualizzazione dello spostamento lungo l'asse verticale (destra)

Ha quindi confrontato la distribuzione della temperatura con i dati sperimentali ricavati dall'esperimento della Cleveland Clinic, per identificare il valore costante di conducibilità termica che meglio rappresentava il tessuto. Con questo dato, è stato in grado di prevedere con maggiore accuratezza gli effetti del calore prodotto dal trasferimento di energia senza fili a un dispositivo LVAD e di usare questa informazione per assicurarsi che il dispositivo non causasse un rischioso aumento della temperatura corporea (Fig. 5).
Il sistema di trasferimento di energia wireless induce correnti elettriche nel tessuto vicino alle bobine. Hansen ha modellato il calore generato nel tessuto come risultato delle correnti indotte (Fig. 6), l'ha combinato con i modelli del calore generato all'interno dell'impianto (nelle spire magnetiche, nei componenti elettronici e nelle batterie) e ha poi usato il coefficiente di conducibilità termica determinato dalla simulazione dello studio alla Cleveland Clinic per definire la temperatura nel tessuto umano vicino all'impianto.

Proteggere le batterie, essenziali per la sopravvivenza

Hansen ha usato la simulazione numerica anche per sviluppare i componenti esterni di un LVAD. I pazienti devono vivere con questi dispositivi ogni giorno della loro vita e questo significa inevitabilmente che il dispositivo esterno di controllo debba essere in grado di resistere all'usura della vita quotidiana, oltre che a occasionali cadute a terra.
Per assicurarsi che il controller (che contiene le batterie, fondamentali per la sopravvivenza) continui a funzionare anche se il paziente lo sbatte qua e là, Hansen ha sviluppato una simulazione in cui una sfera di acciaio viene fatta cadere sul controller per verificare la sua resilienza (Fig. 6). Hansen ha confrontato la quantità di energia meccanica necessaria per deformare il dispositivo con la quantità nota di energia cinetica contenuta nella palla di acciaio al momento dell'impatto, per determinare se il controller è sufficientemente resiliente.
Ha anche verificato se spigoli e guscio esterno della struttura deformata potessero indurre la rottura del controller per torsione. L'analisi ha provato che il controller continuerebbe a fornire l'energia necessaria al LVAD anche dopo un notevole impatto.

L'innovazione tecnologica porterà un miglioramento nelle prospettive di vita per i pazienti

La simulazione numerica si è dimostrata essenziale nella progettazione di dispositivi che servono a supportare e sostituire il funzionamento del cuore. Hansen combina analisi sperimentali e modellazione matematica per comprendere in modo dettagliato la fisica dei dispositivi di assistenza ventricolare e migliorare la biocompatibilità dei dispositivi stessi, oltre all'esperienza complessiva del paziente.
Le ultime innovazioni introdotte nei sistemi di pompaggio meccanico – tra cui una dimensione inferiore del dispositivo, una pompa maggiormente emocompatibile, l'introduzione di un flusso pulsatile e, ora, la possibilità di trasferire energia senza fili – fanno ben sperare in un avanzamento delle cure in futuro.

References

C. R. Davies et al., "Adaptation of Tissue to a Chronic Heat Load," ASAIO Journal 40(3), p. M514-M517, 1994.

DIGIMAX

DALC NET

CONNETTI IL TUO NETWORK CASAMBI

Nuova centralina LED a 4 canali per la gestione del bianco, bianco dinamico, RGB e RGBW con App CASAMBI

CASAMBI

Questo nuovo Dimmer di DALCNET permette di effettuare una **regolazione della luce a LED e la creazione di molteplici scenari e giochi di colore** mediante un semplice tocco da APP CASAMBI oppure tramite **4 comandi a pulsante** (Normalmente Aperto).

- 4 uscite per il bianco, bianco dinamico, RGB e RGBW
- Tensione in ingresso: 12v e 24v
- Uscita in tensione o corrente costante
- Temperatura di esercizio: -10°c + 40°c
- Correnti supportate fino a 10A
- Funzione con app casambi
- Funzione comando locale: 4 pulsanti

MADE IN ITALY

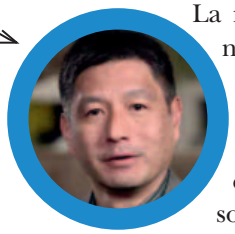
DIGIMAX srl Via dei Laghi, 31 - 36077 Altavilla Vicentina (VI) Italy
tel. +39 0444 574066 - Fax +39 0444 574600 - digimax@digimax.it - www.digimax.it

qualità certificata ISO 9001

Warren Kurisu • Mentor

Implementazione delle funzionalità di sicurezza negli apparecchi medicali connessi a IoT

Questo articolo esamina le principali procedure relative alla sicurezza che gli sviluppatori dovrebbero adottare nel corso del processo di progettazione al fine di irrobustire il dispositivo, proteggerne le comunicazioni, e impedirne l'accesso da parte di malintenzionati



La rivoluzione della cosiddetta IoT (Internet of Things) ha già interessato molti settori del mercato, ma non ha ancora avuto particolare impatto in campo medicale. Per quale motivo? Per il semplice fatto che quello sanitario è un settore soggetto a una stringente regolamentazione, in cui l'innovazione si trova inevitabilmente contrapposta alla privacy e alla sicurezza del paziente, questioni di importanza – in questo caso letteralmente – vitale. Se, da un lato, l'integrazione di funzionalità tipiche della IoT all'interno dei dispositivi medicali offre preziose opportunità per migliorare la qualità e l'efficacia del servizio offerto sia al medico sia al paziente, dall'altro qualsiasi conseguenza derivante da eventuali malfunzionamenti dell'apparecchio progettato risulta ovviamente del tutto inaccettabile. Questo articolo esamina le principali procedure relative alla sicurezza che gli sviluppatori dovrebbero adottare nel corso del processo di progettazione al fine di irrobustire il dispositivo, proteggerne le comunicazioni, e impedirne l'accesso da parte di malintenzionati. Implementando anche solo alcune di queste precauzioni, gli sviluppatori del software potranno progettare apparecchi medicali IoT all'avanguardia, in grado di proteggere la privacy dei pazienti e adatti ad essere usati in sicurezza da chiunque. In questo periodo di rapida proliferazione degli apparati IoT, i produttori di apparecchiature medicali sono impegnati soprattutto nel restare al passo contemporaneamente con tre trend attualmente dominanti nel settore, che sono i seguenti:

Trend #1:
L'integrazione delle soluzioni SoC multicore nei progetti IoT

Gli apparecchi oggi presenti sul mercato includono sia architetture con processori single-core che architetture multicore. I progetti di tipo single-core rappresentavano la norma ai tempi in cui i dispositivi embedded venivano costruiti specificamente per realizzare singole funzioni. Tuttavia, con l'avvento delle interfacce grafiche (GUI, Graphical User Interface), dei processori grafici dedicati (GPU, Graphics Processing Unit), di silicio sempre più veloce e potente, nonché della richiesta di sistemi in grado di svolgere più attività contemporaneamente, i progettisti hardware si sono progressivamente orientati verso progetti di tipo multicore.

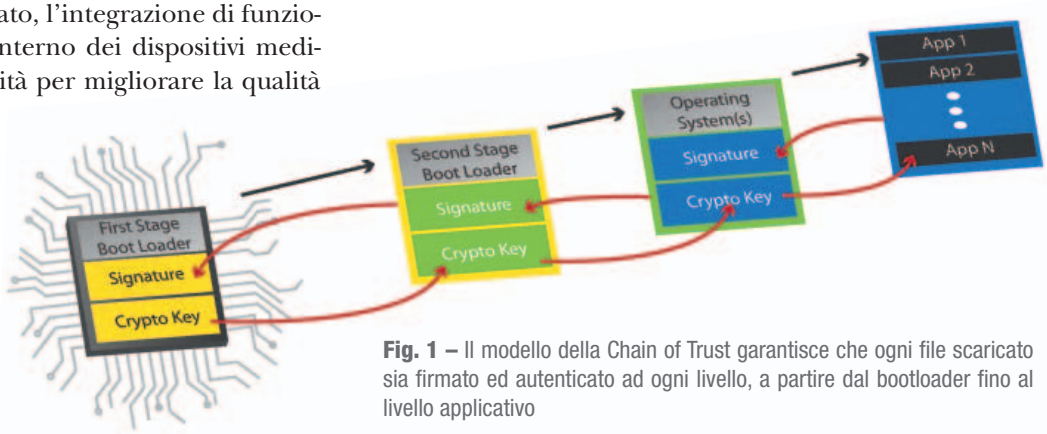


Fig. 1 – Il modello della Chain of Trust garantisce che ogni file scaricato sia firmato ed autenticato ad ogni livello, a partire dal bootloader fino al livello applicativo

Durante la progettazione di un dispositivo medicale IoT è innanzitutto importante assicurarsi di scegliere il silicio più adatto. Con cicli di sviluppo molto serrati, che comprimono il poco tempo che può essere dedicato alle funzionalità relative alla sicurezza, l'utilizzo di processori dotati di blocchi built-in di IP specifica per la sicurezza garantisce una solida base di partenza. Gli odierni processori SoC (System-on-Chip) includono già a livello

hardware tutte le funzioni necessarie per autenticare il software prima dell'esecuzione, per codificare i dati a riposo, per firmare i dati garantendone l'integrità, nonché per partizionare il dispositivo in modo da prevenire le intrusioni nel sistema da parte di malware. Tra le fondamentali funzionalità di sicurezza da ricercare in un SoC vi sono: il secure boot, i boot fuses, i motori crittografici e il partizionamento del dispositivo.

Trend #2:
La crescente adozione di Linux come sistema operativo

Grazie alla maggiore disponibilità di piattaforme basate su SoC multicore, gli sviluppatori del software sono ora in grado di seguire la tendenza oggi dominante nel mercato embedded, che è quella di adottare Linux come sistema operativo principale. Linux viene ormai utilizzato in una vasta gamma di apparecchi medicali: dagli strumenti di monitoraggio dei parametri vitali, ai sistemi di monitoraggio specifici per letti ospedalieri, fino alle più complesse apparecchiature di diagnostica per immagini.

Quello sanitario è un settore soggetto a una stringente regolamentazione

Alcuni dei motivi della crescente popolarità di Linux sono:

• La maturità di Linux lo ha reso una scelta pratica per lo sviluppo delle apparecchiature medicali.

• Ne sono disponibili numerose distribuzioni gratuite, che possono anche essere modificate e ridistribuite sia sotto la popolare licenza GNU General Public License (GPL) che sotto altre licenze. Intorno a Linux ruota un esteso ecosistema di fornitori di semiconduttori, di schede e di software, che utilizzano strumenti di sviluppo ed API (Application Programming Interfaces) di provata efficacia.

• Linux è ricco di funzionalità: include strumenti di sviluppo, funzioni per la connettività, per la sicurezza e la grafica.

Poiché le apparecchiature medicali devono essere certificate a livello di sistema dalla FDA statunitense, la sfida consiste soprattutto nel progettare un sistema capace di far leva su quanto già presente in Linux, ma ottemperando al contempo a tutti gli stringenti requisiti di sicurezza.

Trend #3:
La conformità ai requisiti di sicurezza e riservatezza introdotti dalla IoT

La estesa connettività e l'appartenenza alla IoT rendono questi sistemi multicore e multi-OS (in cui uno degli OS è Linux) più facilmente accessibili ad attori esterni. La garanzia che la connettività non comprometta i vincoli di riservatezza è naturalmente un requisito fondamentale. Tutti i trend di mercato tendono dunque inevitabilmente a portare in primo piano le questioni relative alla sicurezza ed alla privacy, arrivando spesso anche a rallentare l'adozione dei più moderni dispositivi medicali dotati di funzionalità IoT.

Esistono, tuttavia, dei modi per affrontare queste problematiche.

Valutazione della "superficie di attacco" del dispositivo

Nel progettare le soluzioni per la protezione di un apparecchio medicale connesso alla IoT è importante identificare quali siano le sue aree vulnerabili ad eventuali attacchi. Tale "superficie di attacco" varia naturalmente da un dispositivo all'altro ma, generalmente, più sofisticato è il dispositivo, più estesa è la sua superficie di attacco. È inoltre importante rendersi conto che la maggior parte degli attacchi portati ai dati, oggi, non mirano tanto all'acquisizione dei dati stessi, quanto piuttosto alla possibilità di manipolarli.

Un esempio di manipolazione dei dati è rappresentato dall'attacco ad un algoritmo che condiziona l'operatività dell'intero sistema su cui esso basa il proprio funzionamento, come nel caso di una applicazione bancaria eseguita sullo sportello automatico ATM di una banca, oppure su un terminale POS all'interno di un negozio. Restando in campo medicale, un esempio potrebbe essere la corruzione delle informazioni trasmesse da un sensore che sono utilizzate per monitorare le funzioni vitali di un paziente.

Nell'affrontare la protezione dei dati, gli sviluppatori devono essere consapevoli dell'esistenza di tre stadi distinti ma ugualmente critici del ciclo di vita dei dati all'interno del dispositivo: dati a riposo, dati in uso e dati in transito.

Protezione dei dati a riposo

I requisiti per la protezione dei dati a riposo sono relativi a tutto ciò che avviene nel dispositivo durante il passaggio dallo stato di "spento" a quello di "acceso e pienamente operativo". Tra le problematiche da tenere in considerazione in questa delicata fase vi sono le seguenti:

• **Archiviazione sicura** – Dov'è archiviata l'immagine del codice da eseguire al boot? È su un supporto che può essere crittografato? L'hardware supporta metodologie anti-manomissione che consentano di informare il dispositivo se esso è stato violato? E in tal caso, esiste la possibilità di impedirne il boot, che lo lascerebbe in uno stato di vulnerabilità? Gli eseguibili sono stati crittografati? E ancora: sarebbe possibile, per qualcuno che abbia accesso al dispositivo, rimuovere la EEPROM, oppure fare un dump della memoria, o tentare di effettuare un reverse-engineering dell'applicazione?

• **Root of Trust** – Il SoC utilizzato dalla piattaforma hardware è sufficientemente avanzato da poter fornire una Root of Trust? In caso negativo, nella piattaforma hardware è presente un qualche componente sicuro alternativo in grado di offrire funzionalità similari, con modalità analoghe a quelle del SoC? È importante sottolineare che, anche se la risposta fosse negativa a entrambe queste domande, esistono comunque sul mercato fornitori specializzati che offrono soluzioni di Root of Trust basate puramente su software.

L'integrazione di funzionalità tipiche della IoT all'interno dei dispositivi medicali offre preziose opportunità

• **Chain of Trust** - Una volta garantita la presenza di una Root of Trust (figura 1), il processo di boot è in grado di impostare una Chain of Trust. Le tipiche domande da porsi relativamente alla implementazione di una Chain of Trust efficace sono le seguenti:
- L'hardware ha validato ed autenticato il bootloader?
- Il bootloader ha validato ed autenticato il sistema operativo / i sistemi operativi?
- Il sistema operativo ha validato ed autenticato il codice applicativo?

Se si utilizzano le tecnologie sopra elencate, si può essere certi che sul dispositivo verrà eseguito solamente codice applicativo autentico e non manomesso – con un rischio estremamente ridotto che l'apparecchio possa essere forzato ad operare in modo difforme.

Protezione dei dati in uso

I requisiti seguenti si applicano al dispositivo durante le fasi di normale operatività, nel corso delle quali avviene la generazione e la manipolazione dei dati. Tra le tecnologie che devono essere utilizzate in questa fase vi sono:

• **Isolamento applicativo via hardware**

Alcuni sviluppatori di software scelgono di forzare un isolamento di tipo fisico delle diverse applicazioni, utilizzando molteplici SoC operanti in parallelo. Spesso tuttavia una soluzione di questo tipo è troppo onerosa: in tal caso, la migliore strategia alternativa è rappresentata dall'utilizzo di ARM TrustZone.
L'implementazione, all'interno di un SoC, della tecnologia ARM TrustZone può essere sfruttata per affrontare i molteplici aspetti di un modello di sicurezza stratificato, operante sia a livello di rete, che applicativo, che a livello dei dati. L'architettura ARM TrustZone fornisce una soluzione in grado di ritagliare, o partizionare, una porzione hardware dell'intero SoC. Lo fa definendo processori, periferiche, spazi di indirizzamento della memoria, e perfino aree della cache di secondo livello, in modo tale da comportarsi in esecuzione come hardware "sicuro" oppure "non-sicuro".

• **Separazione applicativa via software**

Quando l'opzione della separazione hardware non è percorribile, l'alternativa migliore rimane quella di utilizzare il software per isolare e proteggere le applicazioni. In passato, in particolare nei SoC di tipo single-core, alcuni progetti venivano basati sul concetto di un apposito kernel di separazione. Attualmente, con la disponibilità di SoC multicore che supportano le estensioni di virtualizzazione già a livello del silicio, proliferano i progetti basati sull'uso degli embedded hypervisors. Gli hypervisors consentono l'esecuzione, sullo stesso SoC, di molteplici istanze dello stesso o di differenti sistemi operativi, sotto forma di macchine virtuali (VM). Ogni VM può essere isolata dalle altre e, mediante l'utilizzo di una Memory Management Unit (MMU) di sistema, possono essere virtualizzati ulteriori bus master. Questo tipo di separazione può essere utilizzato per proteggere le risorse e gli asset presenti in ogni VM, isolandoli da quelli delle altre VM.

• **Isolamento dello spazio utente**

Molti sistemi operativi offrono oggi una qualche forma di isolamento, garantito tramite una MMU, del codice applicativo in esecuzione nella RAM; in Linux esiste il concetto di spazio utente, mentre nel RTOS Nucleus è presente il process model (Fig. 2). L'idea di fondo è che mentre il kernel del sistema operativo viene eseguito ad un livello dotato di privilegi più elevati, come EL1 o EL2, le applicazioni girano invece a livello EL0 e fanno leva su svariate tecniche di isolamento degli spazi di memoria per proteggere sia il codice che i dati, secondo una logica di separazione legata alle diverse applicazioni.

• **Offuscamento dei dati e di altre informazioni**

La maggior parte degli sviluppatori provvede a nascondere efficacemente le password, crittografandole. È tuttavia necessario assicurarsi che vengano offuscati anche i valori delle variabili e delle stringhe di testo presenti sia nella memoria di lavoro che in quella di archiviazione. Ciò rende molto più difficoltose, per i malintenzionati, le azioni tendenti a modificare le variabili o le stringhe di testo, se non addirittura a fare "reverse engineering" della logica operativa di funzionamento dell'apparato.
In aggiunta alle tecniche di isolamento sopra elencate non va trascurato il fatto che questi dispositivi si connettono frequentemente a molti altri presenti nel mondo esterno, ed è necessario proteggere con cura ognuna di tali connessioni. In un simile contesto, il minimo che uno sviluppatore possa fare è di abilitare e configurare un firewall, nonché eseguire attività di stress testing delle connessioni di rete ed analisi di penetrazione, utilizzando i numerosi strumenti pubblicamente reperibili.

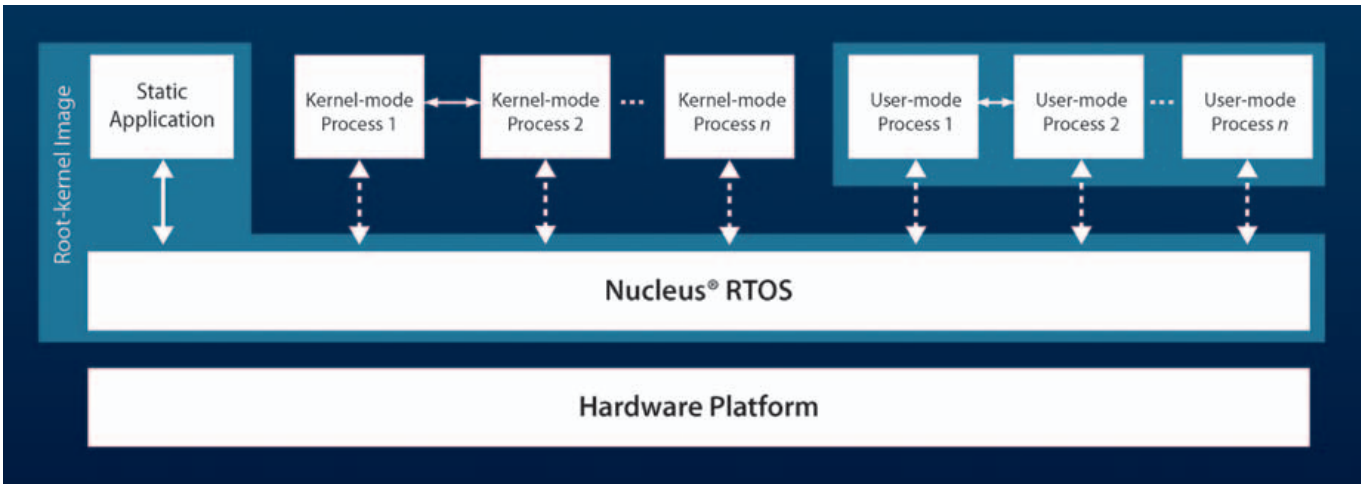


Fig. 2 – Il process model di Nucleus costituisce un approccio "leggero" al partizionamento dello spazio applicativo, basato sulla creazione di regioni protette all'interno della memoria

Protezione dei dati in transito

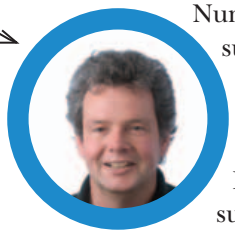
Per dati in transito si intendono quei dati che entrano o escono dall'apparato mentre esso si trova nello stato di "acceso". Un progetto ben concepito deve sempre affrontare le seguenti due aree di potenziali problematicità: prima dell'invio dei dati, il dispositivo opera una qualsiasi forma di mutua attestazione delle identità delle parti? Sono disponibili numerose tecniche ed accorgimenti impiegabili per autenticare l'identità del destinatario, prima di inviargli le informazioni; nell'eventualità che la trasmissione venga intercettata, in che modo vengono protetti i dati? La crittografia dei dati in transito, in aggiunta a quelli a riposo, garantisce un significativo livello di protezione. Per consentire operazioni crittografiche efficienti, è tuttavia doveroso valutare l'utilizzo di SoC dotati di crypto engines integrati. Un crypto engine è un modulo autonomo presente nell'hardware, appositamente concepito per sollevare il processore principale dal carico computazionale legato alla codifica/decodifica crittografica. Poiché il crypto engine è costituito da un blocco di IP totalmente autonomo, per gli hacker è difficile individuare tecniche che consentano loro di ottenere l'accesso al processo crittografico. L'utilizzo dei crypto engines può avere un enorme impatto sulla capacità da parte dell'applicazione di proteggere i dati in modo rapido ed efficiente.

Dopo aver evidenziato le principali tecnologie utilizzabili dai produttori di apparati medicali, è necessario menzionare anche alcuni aspetti relativi al processo di sviluppo vero e proprio. Per alcuni sviluppatori, processi strutturati come il Security Development Lifecycle (SDL) possono apparire eccessivamente onerosi e formali; tuttavia, è necessario dedicare la giusta attenzione alla selezione di un insieme appropriato di strumenti in grado di garantire la tracciabilità dei requisiti, del codice e delle casistiche di test. È inoltre importante che, nel corso del processo di sviluppo, vengano utilizzati dei tool appropriati per la fase di verifica. La verifica e la validazione possono essere ricondotte ad attività relativamente semplici, ad esempio mediante l'utilizzo di tool per eseguire l'analisi statica del codice, volta a garantire la conformità con varie linee guida o standard relativi alla sicurezza ed all'affidabilità, quali MISRA oppure Cert C. Relativamente alla sicurezza legata alle funzioni di connettività più avanzate, si rivela inoltre importante l'esecuzione di attività di stress testing della rete, come anche l'impiego di opzioni di testing e di certificazione erogati da terze parti indipendenti, come ad esempio la certificazione Achilles offerta da Wurldtech, un partner specializzato di Mentor. Una volta completato lo sviluppo e commercializzati gli apparati, è infine necessario determinare anche una adeguata strategia per le procedure di manutenzione correttiva. Tale aspetto può talvolta costituire il fattore decisivo per optare verso l'adozione di una distribuzione Linux di tipo commerciale, come ad esempio Mentor Embedded Linux. Tra i vantaggi che spettano agli acquirenti di Mentor Embedded Linux vi è infatti la disponibilità di un apposito team di Mentor specializzato per la sicurezza, costantemente impegnato a monitorare in modo proattivo il sito web del US-Cert, per identificare tutte le CVE (Common Vulnerabilities and Exposures) che possano interessare i propri prodotti. Ogniqualvolta una vulnerabilità viene scoperta, Mentor provvede a darne notifica ai propri clienti, fornendo loro anche le apposite patch per ogni prodotto interessato, in conformità alla policy di supporto dei prodotti Mentor. A questo punto il costruttore del dispositivo può decidere come e quando applicare le patch al codice di base utilizzato per il proprio prodotto e, se necessario, procedere al rollout di un proprio aggiornamento software.

Peter Trattler • Senior product manager • ams AG

Progetto di un sensore ottico da integrare in **un braccialetto "indossabile"**

Obiettivo di questo articolo è aiutare i progettisti a risolvere le numerose problematiche legate all'implementazione di un nuovo prodotto da polso, elencando gli aspetti più importanti legati alla progettazione meccanica, ottica, elettrica e software



Numerosi produttori di elettronica di consumo hanno cercato di approfittare della crescente domanda di sistemi pratici per la misurazione continua (24 ore su 24) della frequenza cardiaca (HRM – Heart Rate Measurement). Oggi i consumatori possono scegliere tra decine di modelli di bracciali, smart watch e dispositivi per il monitoraggio dei parametri vitali da integrare su un braccialetto, e molti di questi implementano la tecnologia HRM ottica. Se progettati con la massima cura e attaccati correttamente al polso, questi dispositivi possono sostituire la classica fascia toracica per la maggior parte delle persone e delle applicazioni.

Anche se una fascia toracica HRM è un metodo collaudato e accurato per misurare il battito cardiaco, il suo uso per lunghi periodi risulta scomodo e non può essere integrato con altre funzioni utili, al contrario di quanto accade per gli smart watch o i braccialetti per attività sportiva. Quindi non vi sono dubbi sul fatto che i consumatori preferiscano un dispositivo da polso, se la sua precisione può competere con quella di una fascia toracica.

Tuttavia, le applicazioni consumer della tecnologia HRM da polso finora hanno restituito risultati piuttosto divergenti; anche se il funzionamento di base dell'HRM ottico appare semplice, vi sono notevoli difficoltà tecniche da superare quando si implementa la tecnica in un dispositivo da polso:

- rumore;
- debolezza del segnale misurato;
- ampiezza degli artefatti da movimento;
- differenze dimensionali tra i polsi delle persone.

Questi fattori rappresentano ostacoli nel processo di estrazione di un segnale pulito e preciso della frequenza cardiaca. Questo articolo aiuta i progettisti a risolvere questi problemi, elencando le considerazioni più importanti in termini di progettazione meccanica, ottica, elettrica e software di cui bisogna tener conto per l'implementazione di un nuovo prodotto da polso. Inoltre l'articolo esamina i risultati dei test che dimostrano il livello di precisione ottenibile con un sensore di frequenza cardiaca incorporato in un bracciale.

HRM: principi operativi

Il rilevamento ottico della HRM si basa sui principi della fotopletismografia. A ogni battito del cuore, i vasi sanguigni nei quali fluisce il sangue sono leggermente distesi dalle pulsazioni. Questa variazione nel volume delle arterie muta anche la loro trasmissività ottica. Il fotopletismogramma (PPG) consiste nell'emissione di una luce LED nei tessuti del corpo, mentre i fotodiodi ne misurano la quantità che li attraversa. I battiti del cuore sono rappresentati dai picchi nei valori misurati.

Le difficoltà nell'implementazione di un PPG in un braccialetto sono dovute in gran parte alla dimensione così ridotta del segnale misurato. La luce del LED non passa solo attraverso i vasi sanguigni, ma anche nei tessuti e nelle altre parti del polso. Inoltre, la pulsazione distende solo leggermente i vasi sanguigni, e anche la variazione della trasmissività ottica causata dalla dilatazione è piccola. In genere la profondità di modulazione del segnale ricevuto è solo dello 0,1%.

Questa risibile variazione dell'intensità della luce che giunge fino al fotodiodo è mascherata facilmente dal rumore. La fonte di rumore più problematica è il moto, basta infatti camminare per generare rumore. I piccoli movimenti della mano o delle dita sono capaci di generare una variazione dell'intensità di luce maggiore rispetto al movimento del braccio. Questo è dovuto al fatto che sia il movimento dei tendini corrispondenti alla parte infe-

riore del sensore, sia la variazione del diametro del polso quando la mano si contrae e si rilassa, alterano entrambi la pressione del bracciale sulla pelle, migliorando o compromettendo l'accoppiamento ottico del sensore con la superficie cutanea.

Tecniche per isolare il segnale e minimizzare il rumore

Il problema fondamentale da risolvere in un PPG incorporato su bracciali è preservare l'integrità del segnale desiderato minimizzando gli effetti delle varie fonti di rumore.

Per ridurre l'ampiezza del rumore di movimento, l'approccio migliore è di tipo meccanico: la posizione del sensore sulla pelle deve restare invariata, visto che anche dei piccoli movimenti rispetto alla cute generano un ampio segnale di movimento. Il bracciale dovrebbe essere indossato garantendo in ogni caso la vestibilità e il comfort. Bisogna inoltre prestare la dovuta attenzione anche al posizionamento del sensore sul polso: la distanza approssimativa raccomandata ammonta a due dita dall'articolazione del polso. Quando il sensore è posto sulla giuntura o vicino ad essa, genera un forte rumore di movimento. Inoltre questa zona è caratterizzata da una perfusione ridotta, indebolendo ulteriormente il segnale del PPG.

Naturalmente, la progettazione meccanica deve tenere conto della "variabilità" del corpo umano. Le variabili come il diametro e la curvatura del polso, la profondità di perfusione, la densità e il colore della peluria sui polsi, nonché il colore della pelle influenzano in modo diverso il segnale ottico. Persino i tatuaggi interferiscono con la riflessione luminosa del sensore. Una considerazione ovvia ma sempre valida è la seguente: un piccolo dispositivo si adatterà a un polso piccolo o a uno grande, ma un dispositivo grande non si adatterà a un polso piccolo. Oltre a questo, ogni costruttore deve fare le proprie scelte in merito ai materiali, le dimensioni, il profilo e la forma del bracciale, tenendo conto che sarà necessario molto tempo per raggiungere un equilibrio tra le prestazioni accettabili per assicurare che il sensore PPG sia competitivo e le scelte imposte dallo stile, dalla moda e dall'estetica.

I progettisti di braccialetti inoltre scopriranno che il rumore di movimento non è affatto l'unica fonte di rumore che interferisce con il segnale del PPG. Per esempio, bisogna gestire anche l'effetto del cross-talk ottico (diafonia).

Quando l'utente ha la pelle scura, il sensore incrementa automaticamente la luminosità del suo LED verde, poiché la pelle scura attenua molto di più la luce verde rispetto alla pelle chiara. Tuttavia, in presenza di luminosità elevata, il cross-talk può saturare il sensore. Il cross-talk avviene quando la luce a LED riflessa dalle superfici interne ed esterne del coperchio del sensore (in vetro o plastica) raggiunge i fotodiodi, senza essere passata attraverso la pelle dell'utente.

Il cross-talk non può essere eliminato completamente, ma il braccialetto può essere progettato per mantenere questo fenomeno sotto controllo. Gli utenti del biosensore ottico disponibile sotto forma di SoC (System-on-Chip) ams AS7000 possono trarre vantaggio dalle simulazioni ottiche (ray-tracing) condotte da ams, così da poter generare un modello delle prestazioni ottiche del dispositivo progettato (Fig. 1).

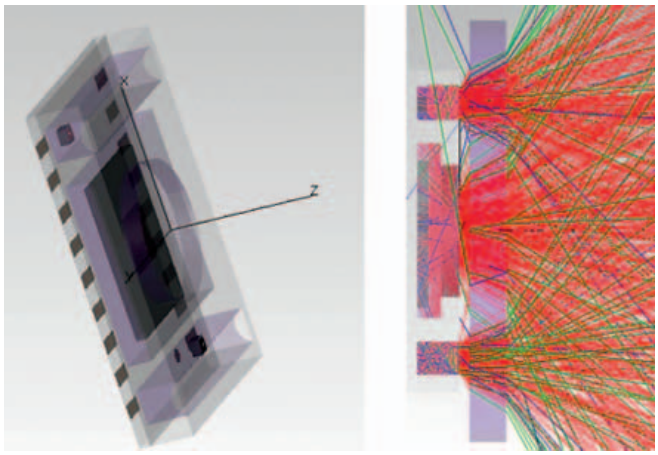


Fig. 1 – Rendering di un progetto meccanico del sensore HRM (sinistra) e il suo ray-tracing simulato (destra)

Per semplificare l'effetto del modello, la figura 2 mostra solo i raggi che raggiungono effettivamente il sensore dopo la riflessione da parte del vetro del quadrante.

Questi modelli mostrano che il progettista ha a disposizione due possibilità per tenere sotto controllo i livelli di cross-talk in un bracciale: creare un sensore PPG con

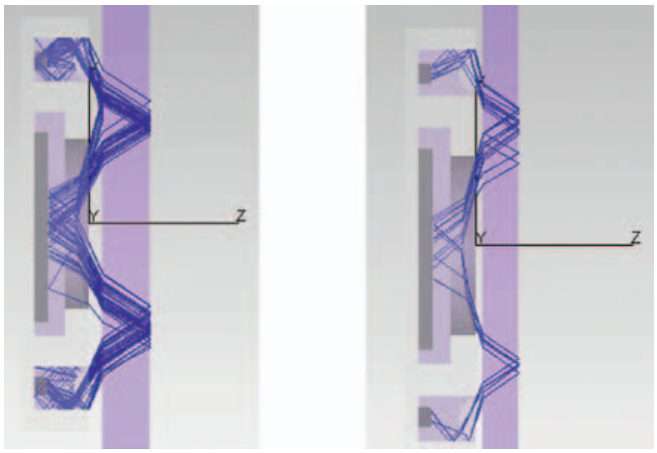


Fig. 2 – Simulazione del ray-tracing che mostra le interferenze in un sensore progettato con uno spazio d'aria ampio e un vetro spesso (a sinistra) e uno spazio d'aria stretto e un vetro sottile (a destra)

uno spazio d'aria (gap) molto ridotto, oppure aggiungere una maschera ottica.
In base ai riscontri forniti dai clienti di ams l'opzione più efficace risulta essere la prima, ossia minimizzare il gap. Ciò è dovuto al fatto che una maschera ottica riduce l'intensità del segnale, rendendo il sensore più vulnerabile ad altre fonti di rumore come il movimento, oltre ad aumentare il consumo di energia del LED.
Il cross-talk non è l'unica fonte di rumore ottico: anche la luce solare diretta può raggiungere i fotodiodi del sensore passando attraverso la pelle. Nel suo biosensore AS7000, ams usa un filtro ottico integrato per escludere la gran parte della componente non verde della luce solare. Ma poiché il LED del sensore è verde, questo filtro permette l'attraversamento della luce verde, inclusa la componente verde della luce solare.
Per ridurre al minimo il rischio di interferenze dalla componente verde della luce solare, l'AS7000 modula le emissioni luminose del LED, effettuando la demodulazione corrispondente presso i fotodiodi. Di conseguenza, la circuiteria digitale del sensore può annullare il rumore ottico non modulato causato dalla luce solare.
La modulazione della luce migliora anche le prestazioni elettriche del sistema: il rumore dell'amplificatore presente nel sistema integrato (SSoC) deve essere ottimizzato solo per la frequenza di modulazione. Ciò significa che il rumore 1/f può essere ignorato, in quanto contribuisce al rumore a frequenze che sono in massima parte inferiori alla frequenza di modulazione.
In presenza dei segnali molto piccoli prodotti da un PPG, un altro aspetto fondamentale della progettazione elettrica è la perfetta messa a punto per l'estrazione dei segnali inclusi nella banda di frequenza utile (in genere da 0,5 Hz a 4 Hz, che equivale a una frequenza cardiaca da 30 bpm a 240 bpm). Allo stesso tempo, deve essere minimizzato anche il rumore emesso dai componenti periferici.
Un dispositivo AS7000 include un algoritmo software che converte i segnali del PPG in una misurazione della frequenza cardiaca. Inoltre l'algoritmo annulla i segnali indotti dal movimento e identificati da un accelerometro esterno: questo fornisce solo i segnali da movimento, mentre il PPG fornisce sia segnali di moto sia di frequenza cardiaca. In questo modo è possibile sottrarre la porzione del segnale PPG indotta dal moto, lasciando solo la porzione del battito cardiaco.
L'algoritmo ams è molto più complesso di quanto potrebbe suggerire questa descrizione, poiché deve coprire l'intera gamma delle condizioni operative. Per esempio, il segnale di movimento può corrispondere a un'armonica esatta del segnale di frequenza cardiaca, e questo avviene più frequentemente di quanto si possa immaginare. Sembra che alcune persone camminino a tempo col battito del loro cuore. Gli algoritmi ams sono eseguiti dall'AS7000, consentendo al processore host di restare inattivo negli intervalli tra le letture.

Metodi di test dei sensori HRM da polso

Implementando i metodi di riduzione del rumore descritti finora, un bracciale HRM può produrre misurazioni accurate. I metodi di testing permettono di effettuare tale verifica. I prototipi del braccialetto devono essere per prima cosa sottoposti a test stazionari. Questi test verificano le prestazioni del sensore su un polso immobile: la mano e le dita devono restare ferme su un tavolo per l'intera durata del test. I risultati devono essere confrontati con quelli ottenuti da un kit di riferimento fornito dalla casa costruttrice. Questa prova deve essere condotta simultaneamente con un dispositivo sulla mano destra, l'altro sulla sinistra e una fascia toracica HRM di riferimento. Due dispositivi non devono essere posizionati sulla stessa mano, in quanto il dispositivo più lontano dall'articolazione del polso si troverà in una posizione di vantaggio. ams fornisce un'app per i dispositivi con ambiente operativo Android che può essere usata per sincronizzare il testing di un braccialetto basato su un sensore AS7000, con il segnale HRM rilevato da una fascia toracica Bluetooth (Fig. 3).
Se i test stazionari sono stati condotti con successo, devono essere verificate le prestazioni del sistema in condizioni simulate del mondo reale, includendo diversi tipi di movimento. Per esempio, ams implementa il protocollo "Walk-Jog-Run" (WJR), eseguito su un tapis roulant:

Fig. 3 – L'app di testing AS7000 di ams per tablet e smartphone

1 min. fermo
2 min. di camminata a 5km/h
1 min. fermo
3 min. di jogging a 8km/h
2 min. fermo
2 min. di corsa a 8-10 km/h
1 min. di corsa a 10-12 km/h
3 min. di camminata a 5km/h
2 min. fermo

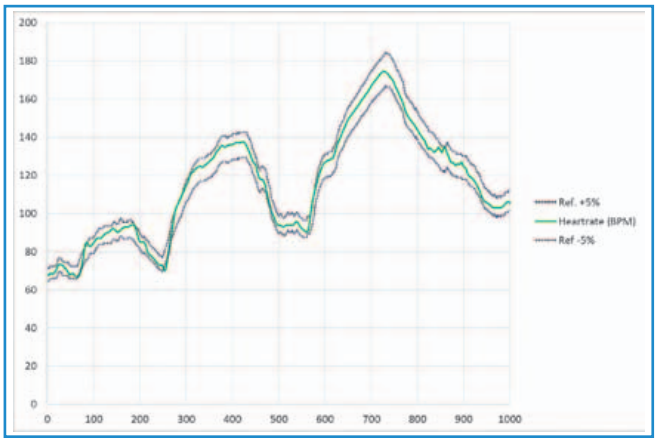


Fig. 4 – Risultati del test WJR del braccialetto HRM basato su AS7000; tempo in secondi su asse X, battiti al minuto su asse Y

Dato che il segnale PPG varia in modo significativo da una persona a un'altra, occorre utilizzare un campione composto da più di 10 persone. Per verificare le prestazioni alla luce del sole diretta, si devono confrontare i risultati dei test condotti all'interno e all'esterno: tra questi non dovrebbe esserci alcuna differenza. Una volta acquisiti tutti i dati di prova, è necessario definire un benchmark prestazionale. Per esempio, il costruttore può definire un punteggio, espresso in termini percentuali, per il tempo durante il quale la frequenza cardiaca misurata risulta essere ±5% della HRM misurata dalla fascia toracica di riferimento rispetto al tempo totale di prova. La figura 4 mostra le prestazioni di un'architettura di riferimento ams basata su SSoC AS7000 rispetto a questo benchmark. La linea tratteggiata mostra la finestra del ±5% intorno alla frequenza cardiaca di riferimento. Il sistema è stato testato seguendo il protocollo WJR. La frequenza cardiaca misurata fornita dal sistema basato su AS7000 è rimasta all'interno di questa finestra per il 96% del tempo di prova. Questo articolo ha dimostrato che le prestazioni HRM di un bracciale per sportivi basate su un sensore ottico PPG sono fortemente influenzate dalle diverse gestioni delle fonti di movimento, dal rumore ottico ed elettrico, e dalla sofisticazione dell'algoritmo che converte le misurazioni non ottimizzate della luce in misurazioni della frequenza cardiaca espresse in battiti al minuto. Con un'attenta progettazione degli elementi meccanici, ottici, elettrici e software del sistema, e se si istruisce l'utente finale a posizionare correttamente il sensore, si possono ottenere buone prestazioni per la misurazione della HRM. Nella maggior parte dei casi, i bracciali sono in grado di rendere obsoleti i dispositivi HRM montati su fascia toracica.

La nuova generazione è arrivata.
E' piccola e potente.

TDK

Ecco la prova che potenza non significa grandi dimensioni. Il nostro nuovo arrivato - l'alimentatore programmabile Genesys+™ - racchiude 5kW in solo 1U. Questa è la maggiore densità di potenza mai ottenuta: è possibile mettere in parallelo fino a quattro unità Genesys+™ per 20kW di potenza possibile.

Inoltre il Genesys+™ è dotato di preziose caratteristiche fra cui una nuova funzione di limite di potenza costante.

Offre anche un'ampia scelta di interfacce di comunicazione (RS232/485, USB, LAN), la più vasta gamma di tensioni di ingresso trifase fino a 528Vac ed una varietà di modelli con uscite che vanno da 0-10Vdc 500A a 0-600Vdc 8.5A.

Tutto ciò conferma che è arrivato il più piccolo, leggero e potente alimentatore programmabile da 5kW.

Scopri di più su: it.tdk-lambda.com/genesysplus

TDK·Lambda

TDK-Lambda in Italia +39 02 61293863

Lucio Pellizzari

App per la salute, il fitness e il wellness

Web e App sono protagonisti anche nel benessere e propongono soluzioni di semplice uso che consentono di tenersi in forma monitorando i parametri sanitari che possono influire sulla nostra qualità della vita

Secondo l'ultima ricerca di mercato sulla Digital Health degli analisti Park Associates, il 42% degli americani usa regolarmente una app che riguarda il fitness e questi utenti sono descritti come "avidi di funzionalità che riguardano il benessere". Fra di essi il 18% partecipa regolarmente a sessioni di coaching online (allenamento in diretta web) e il 45% è "fanatico" di consigli sull'alimentazione, ma la nutrizione è importante anche per i non fanatici, mentre quasi tutti si interessano spesso alle nuove app promosse sul web per il fitness e la salute.
Ci sono app per ogni attività motoria o sportiva e molte offrono strumenti di test che aiutano a regolare l'attività fisica in relazione alle condizioni del proprio organismo. Disporre di queste funzioni sugli smartphone non è utile solo a chi fa fitness ma anche, per esempio, a coloro che devono seguire terapie di riabilitazione post-operatorie come pure alle organizzazioni sanitarie per promuovere campagne di prevenzione. Di pari passo crescono anche le app che riguardano il wellness ovvero la ricerca del relax e del benessere corporeo e oggi dispongono di una varietà di prodotti indossabili che rendono queste app sempre più confortevoli ma c'è già chi studia come realizzare questo tipo di accessori su tessuti di grafene comodamente "calzabili".

Fig. 2 – L'app One Drop migliora la qualità della vita dei diabetici aiutandoli a imporsi degli obiettivi da raggiungere e condividere

Fig. 1 – Apple CareKit è un framework software open-source pensato per gli sviluppatori che vogliono creare app e strumenti per tutti quelli che vogliono gestire attivamente la propria salute

Medical framework

Apple ha introdotto il framework software CareKit con impostazione open-source, al fine di aiutare gli sviluppatori a creare app e strumenti in grado di offrire agli utenti la possibilità di gestire attivamente le proprie condizioni di salute. Rispetto al precedente ResearchKit, già diffuso con successo fra gli studi medici di ogni ordine e grado che lo usano per scambiare dati di laboratorio e condividere le cartelle cliniche dei pazienti, il nuovo CareKit è più focalizzato all'uso personale e consente agli sviluppatori e fornitori di servizi di realizzare app semplici da usare e abili nel permettere a tutti di raccogliere i propri dati sanitari, sia per tenere traccia delle

terapie e dei piani di assistenza, sia per condividere sintomi e progressi terapeutici insieme con gli operatori sanitari. Apple intende così dare a tutti un ruolo più attivo nella gestione della propria salute e, nel lancio della piattaforma, offre quattro moduli ai quali gli sviluppatori possono riferirsi per cominciare a creare nuove app per l'iPhone, già notoriamente ben attrezzato di sensori adatti ai test medicali. Care Card serve per tracciare e monitorare i propri piani di assistenza registrando e notificando le attività terapeutiche, come l'assunzione dei farmaci o lo svolgimento di esercizi fisici specifici. Symptom and Measurement Tracker serve per creare app che consentano a tutti di effettuare test diagnostici mirati a sintomi specifici nonché fotografarne l'evoluzione. Insight Dashboard serve per mappare i sintomi misurati e confrontarli con l'andamento previsto o richiesto nella Care Card in modo da evidenziare chiaramente il successo o il ritardo nell'efficacia delle terapie. Connect serve per creare strumenti utili per condividere le informazioni con i dottori o i famigliari interessati alla propria salute.
L'impostazione pensata da Apple per questi moduli è di favorire la nascita di app interattive semplici da usare e compatibili con i sistemi ospedalieri più diffusi in modo tale da poter diventare un servizio utile anche per i medici e gli infermieri. Fra le prime app disponibili One Drop è stata creata dall'omonima start-up di New York per gli affetti da diabete ed è fornita insieme al sensore One Drop Meter (misuratore di goccia) e al Lancing Device (pungidito) con cui fare da sé le misure. L'app serve ad aiutarli a impostare degli obiettivi da raggiungere e condividere con il medico i risultati conseguiti. La start-up di San Francisco Glow ha realizzato Glow Nurture e Glow Baby offrendo numerosi servizi utili prima durante la gravidanza e poi per il primo anno di vita dei bimbi. Oltre che per tenere sotto controllo l'alimentazione, il sonno e il benessere della mamma, dei neonati e di chi ci vive accanto c'è anche la possibilità di parlare direttamente con un medico o un pediatra ed eventualmente chiedere l'intervento di uno specialista nel caso di anomalie. Di San Francisco è anche la start-up Iodine che ha realizzato per CareKit l'app Start che cerca di aiutare chi soffre di depressione a ricordarsi di seguire le cure prescritte giacché questi pazienti tendono spesso a disinteressarsene. L'app stimola la persona a seguire un programma piacevole che lo stimola a compiere passi avanti ed essere puntuale nei test clinici PHQ-9 da inviare periodicamente al medico curante.

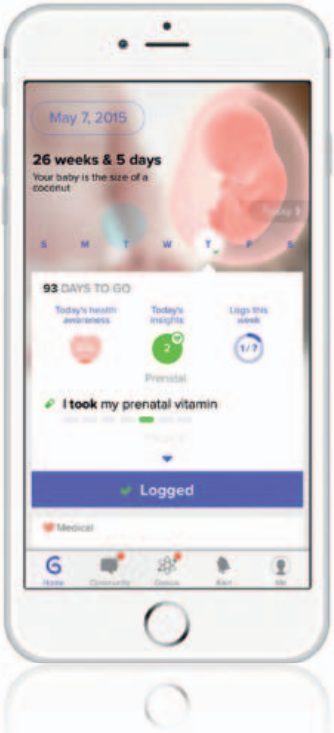


Fig. 3 – Glow Nurture e Glow Baby offrono numerosi servizi utili durante la gravidanza e poi nel primo anno di vita dei neonati

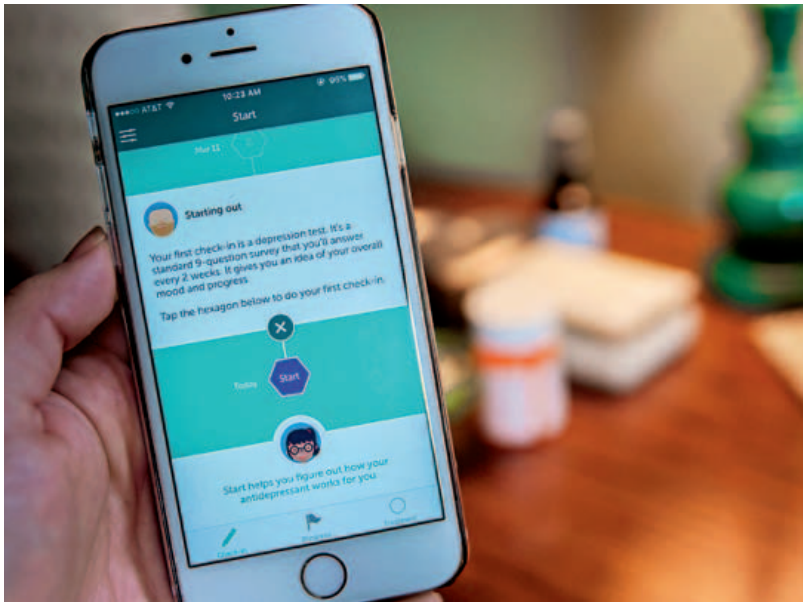


Fig. 4 – Iodine ha pensato l'app Start per aiutare piacevolmente chi soffre di depressione a ricordarsi di seguire le cure

Wellness di gruppo

È di una start-up di Cagliari il programma wellness **bProFit** che permette di creare un ponte tra gli strumenti che stimolano gli individui a condurre uno stile di vita salutare e la necessità di organizzare il loro benessere nel team in cui si trovano. bProFit organizza e monitorizza le attività che migliorano il benessere delle persone che convivono all'interno di un team che può essere composto dai dipendenti di una piccola azienda come pure dagli sportivi di un'equipe agonistica o dilettantistica. A tal fine promuove il concetto della piramide del wellness Lifestyle, che permette di tenere sotto controllo tutti gli elementi che concorrono al raggiungimento del benessere psicofisico, bilanciando le tre punte della piramide che sono la nutrizione, il movimento e l'approccio

Fig. 5 – Il Programma Wellness bProFit permette di coordinare le attività che concorrono al benessere psicofisico delle persone di un team valutandone i progressi singolarmente o complessivamente

mentale. Le tre componenti vanno perseguite da parte di ciascuno al fine di accumulare un punteggio che poi ognuno dovrà impegnarsi a far crescere se desidera conseguire i benefit sia personali sia condivisibili insieme al proprio team. Il metodo è relativamente flessibile e può essere adattato a diverse condizioni ambientali, per permettere anche alle piccole organizzazioni di instaurare un programma di controllo benessere per i propri

Fig. 6 – Med4Fit propone WellFit per l'analisi dello stato di forma personale e BioAge per calcolare l'età biologica e valutare il rischio cardiovascolare in rapporto all'attività fisica svolta

affiliati. Si possono scegliere le app per il fitness che più si adattano con gli obiettivi desiderati dalla società integrandole con i dispositivi indossabili già posseduti dagli utenti mentre l'allenatore può seguire nella propria Dashboard i progressi compiuti da ciascuno e valutarne l'impegno. Ci pensa bFroFit ad assegnare i punteggi e a integrarli insieme sia per poter confrontare i valori all'interno dello stesso team sia per definire un punteggio globale che può essere confrontato con quello di altri team in modo tale da evidenziare le società che più delle altre si sono prese cura della salute dei propri soci.

Fitness su misura

Med4Fit è una start-up di Reggio Calabria che sviluppa software per la valutazione funzionale della salute e del benessere delle persone, analizzandone il rischio cardiovascolare e identificando l'età biologica di ciascuno in rapporto all'attività fisica svolta. Questa, infatti, è fondamentale nel rallentare i processi di invecchiamento e riequilibrare gli apporti calorici dell'individuo per migliorarne il benessere fisico, mentale e socio-emozionale. L'app web M4F+ consente di acquisire dati utili per predisporre piani di allenamento mirati, in funzione delle caratteristiche di ciascuno, nonché valutare i risultati ottenuti monitorando il proprio stato di forma, identificando gli eventuali fattori di rischio per definire i limiti di sicurezza da imporsi nell'attività fisica.

L'applicativo WellFit fornisce il quadro generale dello stato di forma personale considerando la forza muscolare, l'efficienza cardiovascolare (cuore, vasi sanguigni, sistema respiratorio), la composizione corporea (percentuale relativa di muscoli e grasso), la flessibilità (estensibilità muscololigamentosa della colonna vertebrale) e l'endurance muscolare. Per ciascun parametro il software attribuisce un punteggio e poi calcola l'impatto sullo stato complessivo di forma fornendo un indice che va dal minimo "health warning" fino al massimo "excellence fit". L'applicativo BioAge serve per valutare il rischio cardiovascolare delle persone e calcolarne l'età biologica che rappresenta la reale età di usura dell'organismo in rapporto ai propri fattori di rischio e può perciò essere maggiore o inferiore agli anni anagrafici posseduti. Nel calcolo sono considerati i parametri cardiaci (frequenza, pressione), il grasso endogeno (addominale), l'indice di massa corporea e i fattori di rischio comuni (fumo, patologie) per fornire un valore oggettivo sulla qualità della propria salute.

faenzagroup.com

VUOI MOLTIPLICARE I TUOI CLIENTI E PAGARE MENO TASSE ?

FAI PUBBLICITÀ SULLA STAMPA SPECIALIZZATA

INVESTIRE IN PUBBLICITÀ SULLA STAMPA PERIODICA TI DÀ DIRITTO A UN CREDITO D'IMPOSTA FINO AL 75% DEI COSTI SOSTENUTI*.

Investendo almeno l'1% in più rispetto all'anno precedente, potrai godere di un credito d'imposta fino al 75% sul costo degli investimenti incrementali. Se sei una PMI o una Start-up vedrai salire fino al 90% il credito d'imposta.

Per maggiori informazioni anes@anes.it

* Art. 57 bis D.L. n. 50/2017 conv. in Legge con modificazioni dalla L. n. 96/2017

ANES ASSOCIAZIONE NAZIONALE EDITORIA DI SETTORE

Heiner Tendyck • System LSI Marketing Department
Toshiba Electronics Europe

Healthcare: una soluzione di connettività a basso consumo affidabile e sicura

I più recenti chip che supportano la connettività Bluetooth LE si propongono come una valida soluzione che abbinano elevate prestazioni e bassi consumi

Da tempo Bluetooth si è imposta come una delle principali tecnologie adottate per la connettività e, grazie ai più recenti sviluppi, ora richiede una quantità di energia straordinariamente piccola per operare. Allo stesso tempo, molti dispositivi alimentati a batterie stanno per essere introdotti sul mercato, a seguito del crescente interesse dei consumatori per il controllo della propria salute e del proprio benessere. In alcuni scenari, semplici dispositivi elettronici usati nel campo della sanità stanno diventando articoli usa e getta, che possono essere usati solo per alcuni giorni o settimane.
Il mercato della salute personale sta crescendo molto rapidamente, non da ultimo grazie alla combinazione di dispositivi di monitoraggio personale che si connettono in rete attraverso Bluetooth, fornendo la possibilità di connettersi in modo remoto ai centri medici per il monitoraggio e la diagnosi. In questo articolo verranno prese in considerazione alcune delle tendenze, delle applicazioni e delle problematiche che sono dietro a questa crescita, prima di esaminare alcune delle principali tecnologie che permetteranno alla sanità portatile di fare un notevole salto di qualità.

Bluetooth: il quadro generale

Sviluppato originariamente come protocollo di comunicazione wireless a corto raggio, "Bluetooth Classico" è stato inizialmente utilizzato come un protocollo per connettere le periferiche del computer quali tastiere, mouse e altoparlanti. Con l'avvento dei primi cellulari, Bluetooth era il protocollo "principe" per gli auricolari a mani-libere. Con l'evolvere dei telefoni cellulari verso gli smartphone, anche la tecnologia Bluetooth si è evoluta. Lo smartphone è diventato per i dispositivi semplici un mezzo per accedere a Internet e ai servizi. Bluetooth Low Energy (Bluetooth LE) è emerso in risposta ai requisiti critici di basso consumo degli apparecchi mobili (Fig. 1).

Attualmente, Bluetooth LE è integrato in 3 miliardi di nuovi dispositivi ogni anno (Fonte: ABI Research, dicembre 2016) e questa cifra continuerà a crescere con le nuove applicazioni che includeranno le prossime versioni del protocollo.
Come con qualsiasi protocollo, un'implementazione coordinata fra i produttori è un elemento critico per il successo. La tecnologia Bluetooth è gestita da Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG), che comprende oltre 30.000 società. Alla guida di questo gruppo vi sono sette aziende promotrici, fra cui Toshiba, che hanno un'enorme influenza sulle direzioni future di Bluetooth. Di conseguenza, Toshiba ha un accesso privilegiato alle nuove specifiche, alle informazioni tecniche avanzate e ai piani futuri, che consentono di conseguenza all'azienda di adottare le ultime tecnologie all'interno dei propri prodotti fin dalle primissime fasi dello sviluppo.

Applicazioni della tecnologia Bluetooth nel campo della sanità

Abilitando alla connessione i dispositivi di monitoraggio, Bluetooth LE sta rivoluzionando il settore della sanità. Dispositivi quali i sistemi di monitoraggio della presenza di glucosio nel sangue, i pulsossimetri, gli elettrocardiografi e gli inalatori per l'asma, stanno accrescendo in popolarità. Con Bluetooth, questi dispositivi possono connettersi ai PC, agli smartphone e ai tablet, consentendo ai pazienti di monitorare il proprio benessere. In più, i dati possono essere trasmessi agli operatori sanitari – in tempo reale se necessario – consentendo il monitoraggio delle condizioni senza richiedere che il paziente si rechi più volte presso lo studio del medico.
Bluetooth LE include varie tecniche di crittografia molto sicure, finalizzate a proteggere i dati personali sensibili durante la trasmissione. Il nuovo standard Bluetooth (BT4.2) aggiunge numerose funzionalità per la sicurezza. Le caratteristiche incorporate per la riservatezza implicano che i dispositivi Bluetooth siano difficili da localizzare e, grazie a nuovi algoritmi basati su curve ellittiche, combinati con la gestione intelligente delle chiavi,

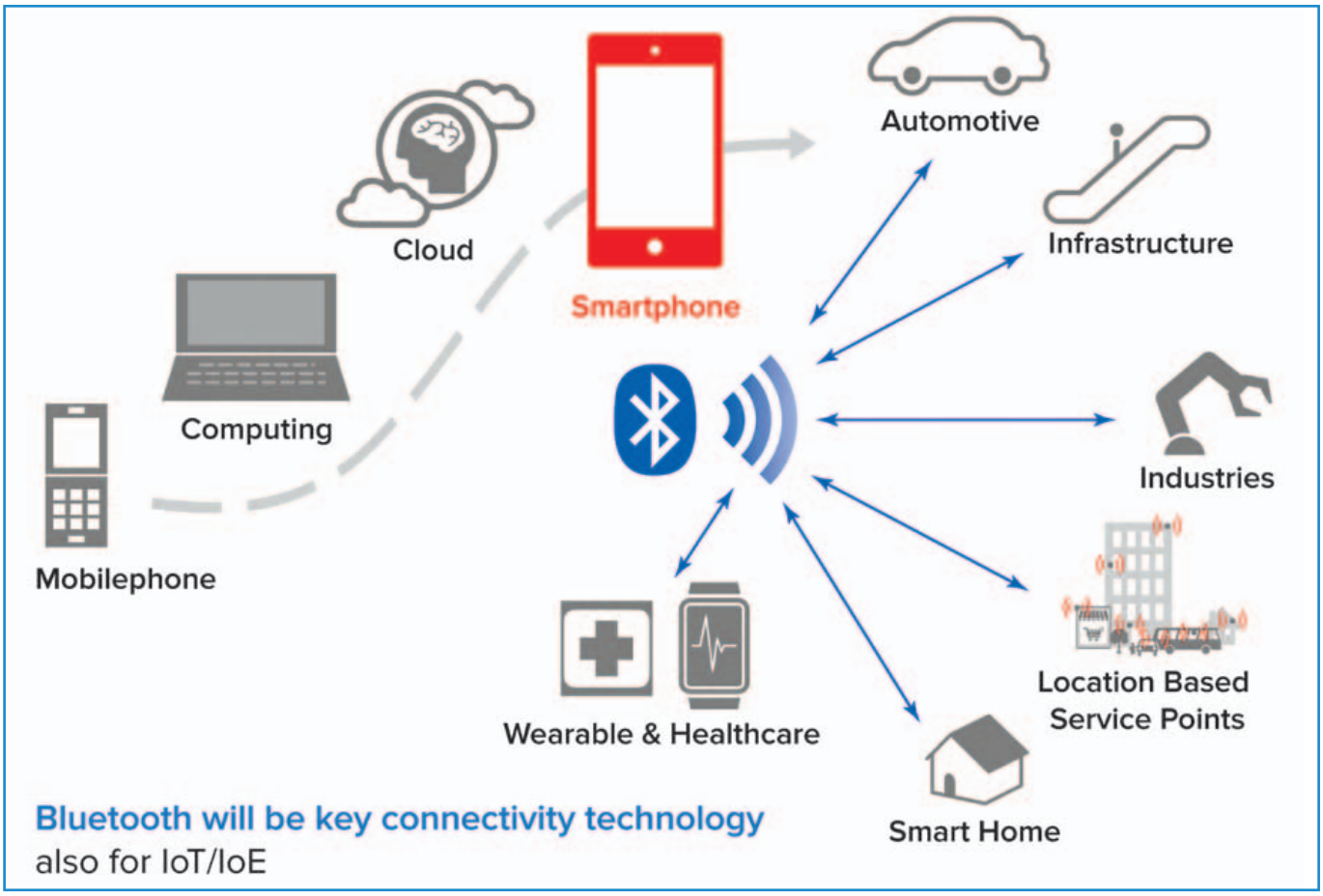


Fig. 1 – Le interfacce Uomo-Macchina degli smartphone e dei tablet sono diventate l'interfaccia standard di riferimento per tutte le applicazioni. Bluetooth è considerata la tecnologia migliore per la connettività delle HMI

formano una barriera "robusta" contro tentativi di intercettazioni e manipolazione dei dati. La tecnologia radio Bluetooth con salto in frequenza elimina virtualmente le interferenze e fornisce livelli elevati di immunità al rumore RF, assicurando così una connessione robusta e affidabile in ogni istante.

Poiché i consumatori sono sempre più attenti alla salute, Bluetooth sta rendendo possibile una vera e propria rivoluzione che si estende al di là dei dispositivi "professionali", per comprendere un numero sempre crescente dei dispositivi per la salute personale. Tra questi ultimi, i più diffusi sono quelli indossabili per il fitness, in grado di monitorare un numero crescente di parametri e utilizzano la connessione Bluetooth per il collegamento con uno smartphone. Tra i più recenti dispositivi per la sanità basati sulla tecnologia wireless Bluetooth, il cui solo limite è l'immaginazione del progettista, si possono annoverare i termometri all'infrarosso, le bilance che misurano l'indice di massa corporea (BMI), i braccialetti sportivi che rilevano fiato, battito cardiaco, intensità dello sforzo e calorie bruciate, le bottiglie intelligenti per la nutraceutica e persino i cerotti adesivi che monitorano l'esposizione ai raggi UV o i livelli di glucosio nel sangue. Siccome le persone vivono più a lungo, i dispositivi destinati specificamente agli anziani ("assistenza all'autonomia a domicilio") includono i "pulsanti antipanico" indossabili, che consentono loro di comunicare immediatamente con gli operatori sanitari, ovunque essi siano.

Le sfide dei progettisti

Dato che i consumatori richiedono più funzionalità e durate operative superiori fra una ricarica e l'altra, le difficoltà per i progettisti di dispositivi che integrano la tecnologia wireless Bluetooth aumentano in tutte le applicazioni, inclusa la sanità. In molti casi i requisiti sono in conflitto tra di loro, il che implica che i progettisti debbano adottare le tecnologie più innovative per lo sviluppo e implementarle in tempi brevi nei nuovo prodotti.

Essendo molti dispositivi portatili, essi si basano sull'alimentazione a batterie. Tuttavia, visto che i consumatori vogliono un numero sempre maggiore di funzionalità, aumenta il prelievo dalla batteria. La costante contrazione delle dimensioni dei dispositivi si traduce in una riduzione dello spazio a disposizione per aggiungere l'hardware necessario per aumentare le funzionalità, senza dimenticare il fatto che è necessario aumentare le

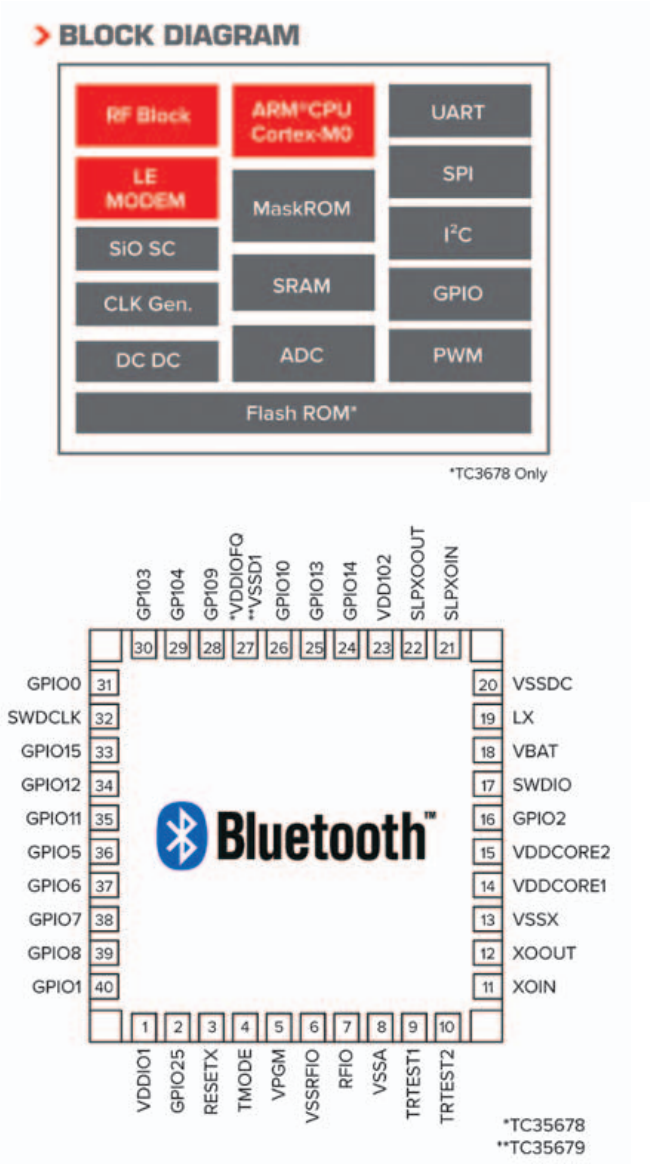


Fig. 2 – Schema a blocchi dei chip BLE con consumi ultra ridotti di Toshiba

dimensioni delle batterie per estendere il tempo di vita utile. In sintesi, i consumatori si aspettano una durata delle batterie di diversi anni da una piccola batteria a bottone di tipo CR2032.

Durante l'accoppiamento (pairing), i dispositivi Bluetooth possono presentare delle vulnerabilità per la sicurezza – i consumatori stanno diventando sempre più "esperti" e richiedono che le proprie informazioni personali siano gestite e comunicate in modo sicuro in ogni istante.

Senza dimenticare che il mercato della sanità sta piano piano "saturandosi", diventando quindi sempre più competitivo. Dai progettisti ci si attende quindi la realizzazione di dispositivi ultra-piccoli e ultra-efficienti, dotati di maggiori funzionalità e offerti all'interno di fasce di prezzo più basse rispetto alla generazione precedente.

Accoppiamento privato

Combinando la tecnologia Near-Field Communication (NFC) con Bluetooth, è ora possibile realizzare un accoppiamento sicuro e instaurare una comunicazione dati sicura. Malgrado ciò possa sembrare a prima vista complesso, in pratica è molto semplice e intuitivo. Innanzitutto, il dispositivo sanitario è posizionato in prossimità dello smartphone o del tablet che supporta la tecnologia NFC. L'energia che proviene dal terminale mobile "risveglierà" il dispositivo Bluetooth, il quale trasmette le proprie credenziali in modo sicuro attraverso la connessione NFC. Non appena il dispositivo sanitario rileva la presenza dello smartphone, esso accetta una richiesta di accoppiamento e scambia le chiavi di accesso in modo sicuro attraverso la connessione NFC. Questo trasferimento sicuro in tecnologia NFC impedisce l'intercettazione delle chiavi di accesso. L'accoppiamento è immediatamente completato e i dispositivi sono in grado di aprire una comunicazione dati Bluetooth sicura che si avvia tramite l'antenna Bluetooth.

A parte l'ovvia sicurezza, questo approccio ha un effetto favorevole anche sulla dissipazione. Il consumo di potenza con NFC è trascurabile e Bluetooth è attivato solo nel momento in cui la connessione NFC viene rilevata.

Semiconduttori Bluetooth: le ultime novità

Toshiba ha annunciato due nuovi IC che supportano le comunicazioni BLE (Bluetooth Low Energy) versione 4.2. I componenti TC35678 e TC35679 (di cui è visibile lo schemi a blocchi in Fig. 2) sono caratterizzati dai consumi di corrente più bassi della loro categoria e sono ideali per l'uso nei dispositivi sanitari.

Un convertitore DC-DC altamente efficiente e un circuito a basso consumo riducono il consumo di corrente in misura pari al 46% rispetto ai prodotti precedenti. Con un'alimentazione a 3V, gli IC sono caratterizzati da un consumo di corrente di picco di 3,3 mA, sia in ricezione sia in trasmissione. In modalità deep sleep, questa è ri-

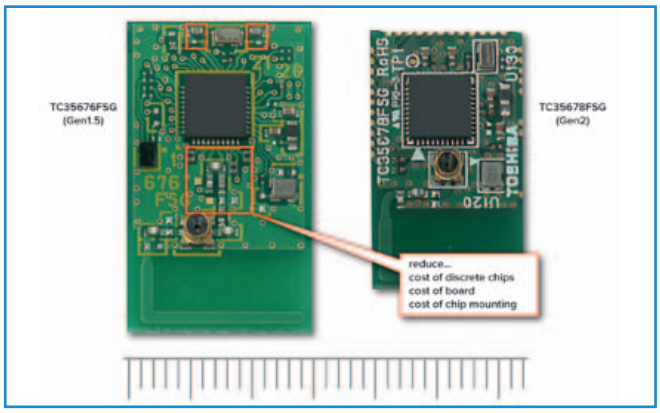


Fig. 3 – L'adattamento RF su chip riduce l'occupazione di area su PCB e il costo della distinta materiali

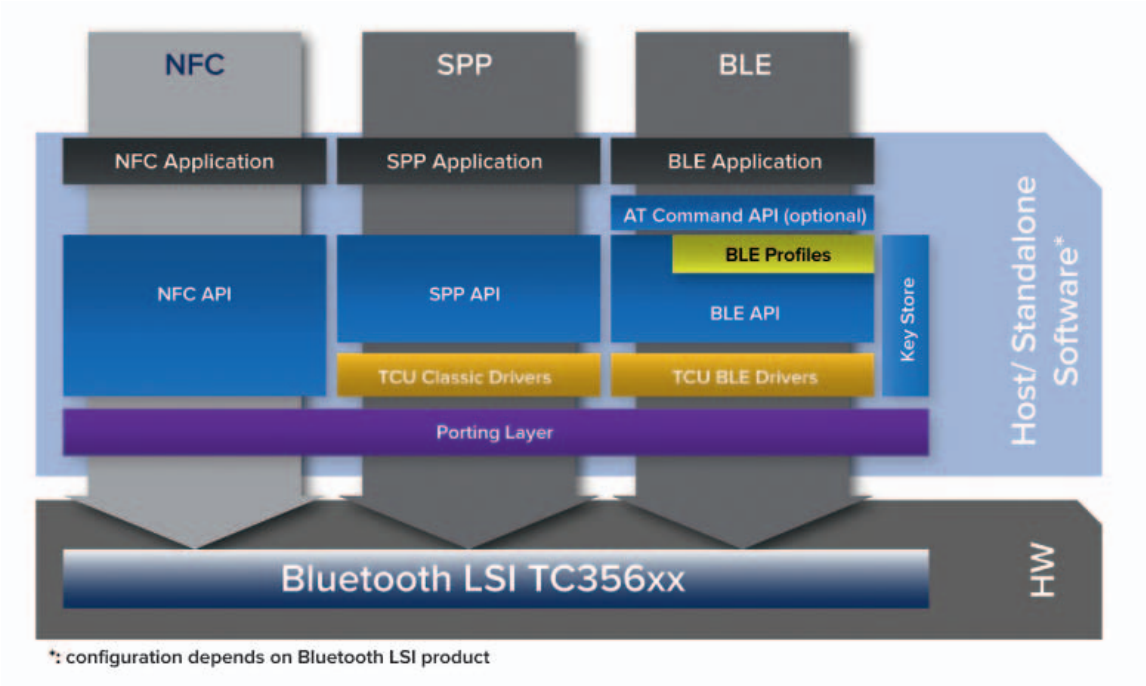


Fig. 4
L'SDK completo supporta Bluetooth a Bassa Energia e NFC

dotta a 50 nA. Si tratta attualmente del valore più basso di corrente di picco tra tutti gli analoghi dispositivi presenti sul mercato, che consente ai dispositivi di funzionare fino a oltre 4 anni con una singola batteria a bottone di tipo CR2032. TC35678 integra 256KB di Flash ROM interna per memorizzare i programmi utente e i dati senza la necessità di una MCU host esterna. La capacità di memoria dedicata per i programmi utente è ora estesa a 83 KB, e fornisce maggiori opzioni di espansione per i programmi applicativi. Questa Flash ROM interna elimina il ricorso a EEPROM esterne e contribuisce a ridurre costi e ingombri sulla scheda, grazie alla diminuzione del numero di componenti esterni. TC35679, invece, non è dotato di Flash ROM interna e può quindi garantire consumi di corrente ancora più bassi in condizioni operative. TC35679 può essere abbinato a qualsiasi MCU host esterna, consentendo ai progettisti di scegliere e dimensionare la MCU in base alle prestazioni di calcolo richieste. Una delle caratteristiche più utili di questi dispositivi è la rete di adattamento RF (RF matching) su chip (Fig. 3). Grazie ad essa, è possibile eliminare un circuito di adattamento, con conseguente rimozione di sei elementi LC dal PCB esterno. Ciò si traduce in una diminuzione degli ingombri sulla scheda in misura pari a circa il 20% e del costo della BOM: due benefici tangibili quando si progettano i moderni dispositivi sanitari.
Oltre a proporre IC all'avanguardia, Toshiba supporta gli sviluppatori con un ecosistema completo per lo sviluppo hardware e software. Per quanto concerne l'hardware, sono disponibili gli starter kit in modalità host, oltre a un kit di sviluppo autonomo che include interfacce USB e SWD. Il kit di sviluppo software (SDK) assicura importanti vantaggi (Fig. 4). Nel breve termine, esso consente il riutilizzo diretto dei profili esistenti Bluetooth Low Energy e la semplice integrazione di profili futuri generati in ambiente Bluetooth Developer Studio. Sono già incluse le funzionalità ad alto livello di SPP classico, Bluetooth LE GATT e diversi altri profili BLE standard, oltre a un driver opzionale per tag NFC, che contribuisce a minimizzare gli sforzi di implementazione e ridurre il time-to-market. Per semplificare ulteriormente la programmazione, Toshiba offre un'interfaccia software con comandi AT per sistemi in hosting.
L'SDK include anche il driver software NFC per supportare l'esecuzione dell'accoppiamento fuori banda (OoB) attraverso NFC. Esso supporta anche le reti mesh, una volta che BT standard del BT SIG sarà disponibile. Gli sviluppatori software possono anche mappare l'SDK per i dispositivi Bluetooth futuri di Toshiba.
Quello della sanità è un mercato in rapida crescita, con nuovi dispositivi e nuove funzionalità che giungono costantemente sul mercato. Bluetooth, e in particolare Bluetooth Low Energy, gioca un ruolo fondamentale nel connettere questi dispositivi sanitari a Internet attraverso smartphone e tablet, che garantiscono elevati livelli di praticità per utenti e gli operatori sanitari.
Esistono sfide significative per i progettisti, legate al consumo di potenza, all'accoppiamento sicuro, alle dimensioni ridotte e al costo. Una nuova generazione di dispositivi BLE di Toshiba aiuta i progettisti ad affrontare queste sfide, mentre l'ecosistema di supporto allo sviluppo associato consente a tutti i progettisti, inclusi quelli con poca dimestichezza con Bluetooth, di introdurre rapidamente sul mercato prodotti all'avanguardia.

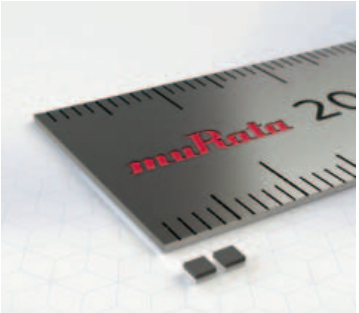
Le soluzioni di ams per l'interfacciamento dei sensori

AS5900 è la sigla della nuova soluzione ad alte prestazioni di **ams** per l'interfacciamento dei sensori, Questo componente trova applicazione nei settori medicale, industriale e della sicurezza. L'ADC current-input sigma delta a 26 bit dispone di 128 canali per array di fotodiodi e permette agli scanner CT (Computed Tomography) di ottenere immagini più dettagliate grazie anche al ridotto rumore e all'elevata linearità. L'elevato rapporto segnale/rumore permette di digitalizzare uscite dei fotodiodi caratterizzati da correnti estremamente basse, consentendo agli scanner CT di raggiungere una elevata risoluzione spaziale anche riducendo la dose di raggi X a cui esporre i pazienti. Un'altra caratteristica interessante è la ridotta dissipazione, inferiore a 1 mW per canale, che permette di ridurre le necessità in termini di raffreddamento, abbassando in tal modo i costi complessivi del sistema.

Processori per wearable

Toshiba Electronics Europe (TEE) ha iniziato la produzione in volumi degli application processor ApP Lite per device IoT, compresi quelli wearable. Il processore grafico TZ1201XBG è basato su un core ARM Cortex.M4F, in grado di operare con un frequenza di clock di 96 MHz che può arrivare fino a 120 MHz usando l'OverDrive. Particolarmente ridotti sono i consumi che arrivano a 70 µA/MHz in modalità attiva. Questo significa che, usando una batteria da 350 mAh e un display always on, si può raggiungere un'autonomia di circa un mese fra una carica e la successiva, per applicazioni come i cronografi intelligenti, e due mesi per gli orologi standard. Il processore integra 2,2 MB di SRAM embedded ad alta velocità, un controllore LCD avanzato e quattro unità grafiche 2D. TZ1201XBG supporta display con risoluzione HVGA (480x320) a 30 fotogrammi al secondo e QVGA (320x240) fino a 60 fotogrammi al secondo.

Tag RAIN RFID Murata per l'uso in applicazioni sanitarie e wearable



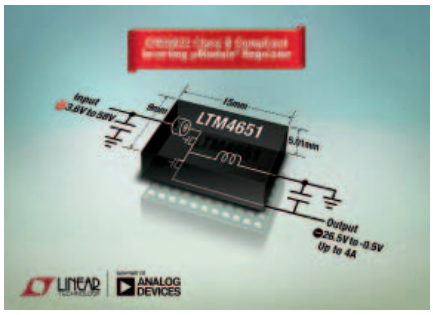
Il modulo RFID LXMSJZNCMF-198 RAIN di **Murata** è un componente della famiglia di prodotti MAGICSTRAP e può essere utilizzato come un tag ID di piccolissime dimensioni da applicare in oggetti di tipo metallico e non, oppure può essere integrato in un gran numero di applicazioni. Tra queste, in particolare, ci sono quelle relative agli strumenti chirurgici e dei flaconi di prova. Poiché, nel caso dei prodotti biochimici, la temperatura deve essere attentamente controllata, la scansione delle etichette apposte sui flaconi può risultare difficoltosa, a causa di problemi di condensazione o contaminazione. Le ridotte dimensioni del package di LXMSJZNCMF-198 permettono l'integrazione diretta nei flaconi, consentendone la lettura mediante lettori RFID RAIN e quindi la possibilità di effettuare il tracciamento automatico dei flaconi. Il dispositivo occupa un'area di 1,25 mm2 e ha un'altezza di 0,55 mm e può essere utilizzato anche per numerosi accessori indossabili, tra cui occhiali e orologi.

Alimentatori per applicazioni medicali di XP Power

XP Power ha presentato una serie di alimentatori AC-DC da 750W GSP750. Questa serie si rivolge agli OEM che vogliono integrare un'alimentazione affidabile nelle applicazioni medicali, industriali, per misure e test e per strumentazioni, in particolare, applicazioni che richiedono picchi di potenza fino a 900W. Le applicazioni chiave comprendono apparecchiature chirurgiche, per supporto vitale, per il trattamento del sangue, così come strumenti per test e misure, utilizzati nei mercati industriali che richiedono un'elevata densità di potenza, in modo da risparmiare spazio e consentire ai prodotti finali di essere più piccoli. I tre modelli della serie offrono rispettivamente tensioni di uscita di 12, 24 e 48 VDC e l'efficienza è del 90%. Questi alimentatori soddisfano gli standard IT e medicali, inclusa la terza edizione per la sicurezza medicale e la quarta edizione delle norme EMC. Standard specifici includono IEC60950-1, ANSI/AAMI ES60601-1, IEC60601-1.

Regolatore inverter µModule per applicazioni medicali

Il regolatore LTM4651 di **Analog Devices** è un componente µModule non isolato per l'inversione delle uscite utilizzabile in diversi settori fra cui quello dei dispositivi medicali. LTM4651 è in grado di generare un'uscita da –26,5V a –0,5V da una tensione di alimentazione in ingresso positiva che va da 3,6V a 58V. LTM4651 integra un regolatore inverter DC/DC, un induttore, MOSFET e un circuito di compensazione. Il dispositivo è progettato come regolatore inverter standalone che non necessita di circuiti esterni ed è in grado di erogare fino a 4A di corrente o 24W di potenza in uscita. Per ottenere una potenza maggiore, è possibile utilizzare più dispositivi in parallelo. L'intervallo di frequenze di switching supportate è compreso tra 250 kHz e 3 MHz, impostato da una singola resistenza. LTM4651 è protetto dalla sovracorrente e dalla sovratemperatura.



a division of Fiera Milano Media

business international
The Executive Network

CONNECTED MANUFACTURING FORUM 2017

Italia 4.0: la Cultura dell'Innovazione

Milano | 26 ottobre 2017

L'intera Filiera manifatturiera italiana si riunirà per confrontarsi su:

- PIANO DEL GOVERNO
- POLITICA FISCALE
- FINANZA AGEVOLATA
- IPERAMMORTAMENTO
- MINIBOND
- TECNOLOGIE ADDITIVE
- STAMPA 3D
- ROBOTICA COLLABORATIVA
- INTELLIGENZA ARTIFICIALE
- CYBERSECURITY

TRA LE TESTIMONIANZE

ANSALDO ENERGIA - AUTOMOBILI LAMBORGHINI
BARILLA – COCA-COLA HBC – DALLARA AUTOMOBILI – FAMECCANICA – FLY
LEROY MERLIN ITALIA – LUXOTTICA – NATUZZI – RIELLO – SITLAND
THYSSENKRUP ACCIAI SPECIALI TERNI – TRELLEBORG – UNILEVER

Sponsor

BALLUFF stratasys

Con il patrocinio di

AAV Associazione Italiana Automazione · ANIE AUTOMAZIONE · ANIMA · ANIPLA · assiot · assofluid · bi-mu fieramilano 9-13/10/2018 · UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE · UNINFO

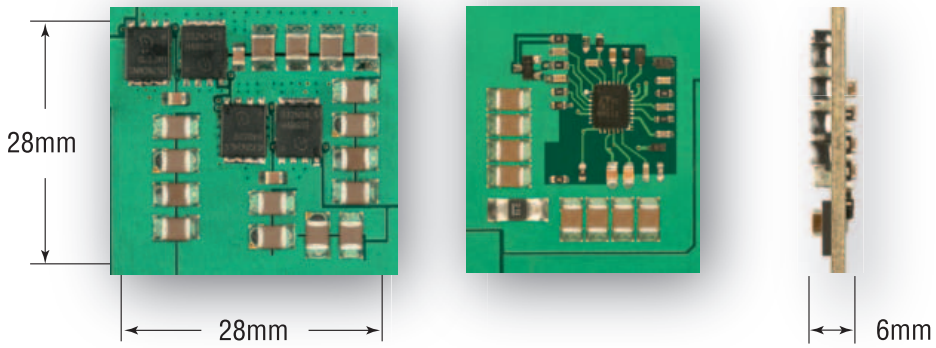
Media Partner

ITALIA 4.0

Per maggiori informazioni sulle modalità di adesione:
Giovannina Pelagatti - 06.845411- g.pelagatti@businessinternational.it - cmf.businessinternational.it

Convertitore bus senza induttore da 500W

Vista sup. *Vista inf.* *Vista lat.*



Nessun flusso d'aria

Nessun dissipatore di calore

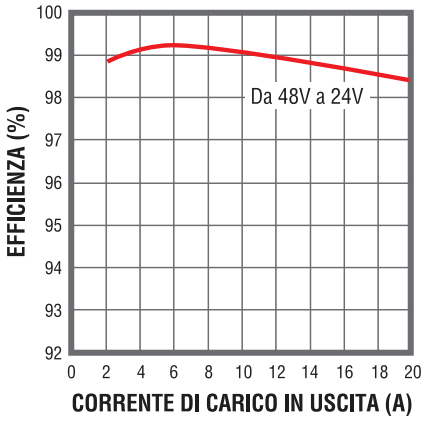
Configurazione step-down, step-up o inverter con un'efficienza fino al 99%

LTC7820 offre un nuovo livello in termini di prestazioni e semplicità ai convertitori bus non isolati a rapporto fisso eliminando l'induttore di potenza e fornendo una riduzione del 50% delle dimensioni del circuito rispetto a soluzioni alternative. Pilota MOSFET esterni in configurazioni per partitori (2:1), duplicatori (1:2) o inverter (1:-1) di tensione con un'efficienza fino al 99% e una densità di potenza fino a 4000W/in^3. È possibile collegare in cascata più LTC7820 per ottenere rapporti di conversione più elevati. Il duty cycle fisso a loop aperto è ideale per le applicazioni dei bus intermedi non isolati in ambiti quali la distribuzione di potenza, la comunicazione dati, le telecomunicazioni, l'elaborazione e i sistemi industriali.

Caratteristiche

- Range tensione di ingresso: da 6V a 72V, massimo ass. 80V
- Partitore (2:1)/Duplicatore (1:2)/ Inverter (1:-1) di tensione
- Densità di potenza elevata: fino a 4000W/in^3
- Fornisce oltre 500W
- Topologia soft switching per basse EMI
- Protezione contro sovracorrenti, sottocorrenti e sovraccarichi
- Protezione contro i guasti/ Timer programmabile
- Frequenza di funzionamento: da 100kHz a 1MHz
- Package QFN a 28 pin da 4mm x 5mm

Rapporto efficienza/corrente di carico



Info e campioni gratuiti

www.linear.com/product/LTC7820

Tel.: +39-039-596 50 80

Fax: +39-039-596 50 90

LT, LTC, LTM, Linear Technology e il logo Linear sono marchi registrati di Analog Devices, Inc. Tutti gli altri marchi sono di proprietà dei rispettivi titolari.

LINEAR TECHNOLOGY | NOW PART OF ANALOG DEVICES

Cerca il tuo ufficio commerciale locale: **www.linear.com/contact**